

## ОПАСЕН ЛИ СВИНЕЦ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ? (обзор литературы)

И.Н Андрусихина<sup>1</sup>, И.А. Голуб<sup>1</sup>, З.В. Малецкий<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>ГУ «Институт медицины труда НАМ Украины», г. Киев  
<sup>2</sup>НТТУ «КПИ», г. Киев

*Данный обзор посвящен проблеме загрязнения окружающей среды свинцом и его влиянии на здоровье человека. Приводится исторический экскурс в использование человеком свинца и свинцовых изделий. Свинец известен как один из важнейших видов минерального сырья и в то же время является глобальным загрязнителем окружающей среды, в том числе, и водной. В статье обобщены современные представления об источниках поступления и миграции свинца в окружающей среде. Свинец относится к веществам I класса опасности для человека и, поэтому, его содержание в продуктах питания, питьевой воде и атмосферном воздухе жестко нормируется. Показано, что важнейшим источником свинца для человека служит питьевая вода. В работе рассмотрены также вопросы токсичности свинца и дана токсикологическая характеристика эффектов его воздействия на здоровье человека. Освещен вопрос риска свинцового отравления для растущего организма ребенка. Даны рекомендации по снижению поступления свинца с питьевой водой.*

*Ключевые слова: свинец, питьевая вода, здоровье человека.*

**Свинец** - один из важнейших видов минерального сырья и в то же время глобальный загрязнитель окружающей среды. Свинец – химический элемент, концентрация которого на поверхности Земли неуклонно возрастала по мере эволюции планеты и человечества. По уровню мирового производства этот элемент занимает четвертое место после алюминия, меди и цинка. Сегодня проблема загрязнения окружающей среды свинцом и его соединениями остается одной из наиболее актуальных экологических проблем в мире. В то же время это один из старейших и наиболее распространенных промышленных ядов из группы тяжелых металлов.

Свинец попадает в атмосферу, морскую и наземную среды из различных природных и антропогенных источников, и между этими средами происходит постоянное взаимодействие. Свинец, попадающий в атмосферу, оседает в почве и в морской среде, при этом часть свинца, попадающего в почву, со временем вымывается в водную среду.

Даже в снегах Гренландии содержание свинца за последние сто лет увеличилось в пять раз, а в центрах крупных городов в почве и растениях свинца в 25 раз больше, чем на окраинах! Загрязнение свинцом наблюдается в районах его добычи, а также в местах переработки и автострад, особенно в тех странах, где еще используется этилированный бензин. Немало свинца оседает на дне озер в виде охотничьей дробы. Каждый год в Мировой океан со сточными водами попадает более полумиллиона тонн этого ядовитого металла. Время пребывания свинца в океане варьируется от 100 до 1000 лет, что может свидетельствовать о возможном переносе посредством морской воды. На национальном и региональном уровне средством переноса свинца являются реки.

Свинец имеет тенденцию снижаться по ходу движения глубинных вод из-за постоянной абсорбции частиц и последующей седиментации. Доля свинца, попадающего в водную среду Бельгии, Дании, Франции, Германии, Нидерландов, Норвегии, Швеции и Великобритании посредством рек, в настоящее время превышает долю свинца, поступающего из атмосферы.

Биоаккумуляция элемента происходит в большинстве организмов. Он оказывает токсическое действие на растения, животных и микроорганизмы.

Свинец относится к веществам I класса опасности для человека и поэтому его содержание в продуктах питания, питьевой воде и атмосферном воздухе жестко нормируется. Каким бы

путем свинец не поступал в организм человека, он аккумулируется главным образом в костях. В значительной степени риску свинцового отравления подвержены дети, особенно младшего возраста.

### **Несколько фактов об истории использования свинца**

Происхождение слова «свинец» неясно. В старину свинец не всегда четко отличали от олова. В большинстве славянских языков (болгарском, сербскохорватском, чешском, польском) свинец называется оловом. Наш же «свинец» встречается только в языках балтийской группы: *svinas* (литовский), *svin* (латышский). У некоторых горе-переводчиков это приводило к забавным недоразумениям, например, к «оловянным аккумуляторам» в автомобилях. Английское название свинца *lead* и голландское *lood*, возможно, связано с нашим «лудить». Латинское же *plumbum* (тоже неясного происхождения) дало английское слово *plumber* – водопроводчик (когда-то трубы зачеканивали мягким свинцом). И еще одна путаница, связанная со свинцом. Древние греки называли свинец «молибдос» (название сохранилось и в новогреческом языке). Отсюда латинское *molibdaena*: так в средние века называли и свинцовый блеск ( $PbS$ ), и более редкий молибденовый блеск ( $MoS_2$ ) или другие похожие минералы, оставлявшие черный след на светлой поверхности. Такой же след оставляли графит и сам свинец. Тонкими свинцовыми стержнями можно было писать на пергаменте; недаром по-немецки карандаш – *Bleistift*, т.е. свинцовый стержень.

Свинец вместе с золотом, серебром, медью, оловом, железом и ртутью входит в семерку металлов, известных с глубокой древности. Эти металлы сопоставлялись с известными тогда планетами (свинцу соответствовал Сатурн). Считается, что впервые люди выплавляли свинец из руд 8 тысяч лет назад. Раскопки в Древнем Египте обнаружили изделия из серебра и свинца в захоронениях додинастического периода. К этому же времени относятся аналогичные находки, сделанные в Месопотамии. Совместные находки серебряных и свинцовых изделий не удивительны. Еще в доисторические времена внимание людей привлекли красивые тяжелые кристаллы свинцового блеска. Залежи этого минерала находили в горах Армении, в центральных районах Малой Азии. А минерал галенит часто содержит значительные примеси серебра. Если положить куски этого минерала в костер, то сера выгорит и потечет расплавленный свинец (древесный уголь препятствует окислению свинца). Уже за много тысячелетий до новой эры в Месопотамии, Египте из него отливали статуи.

В VI в. до н.э. богатые залежи галенита были обнаружены в Лаврионе – гористой местности недалеко от Афин. Во времена пунических войн (264–146 до н.э.) на территории современной Испании работали многочисленные свинцовые шахты, которые были заложены греками и финикийцами. Позднее они разрабатывались римлянами; римские инженеры использовали свинец для изготовления труб древнего водопровода. Древнегреческий историк Геродот (V в. до н.э.) писал о методе укрепления железных и бронзовых скоб в каменных плитах путем заливки отверстий легкоплавким свинцом. Позднее при раскопках Микен нашли свинцовые скобы в каменных стенах.

### **Сферы современного применения свинца и источники загрязнения**

Свинец, как промышленный яд, известен еще во времена древних греков при добыче свинцовых руд. В Древнем Риме свинец использовали главным образом при строительстве акведуков и изготовлении водопроводных труб, лужении бронзовых котлов для варки пищи и придания ей сладости. Вина и соки так же изготавливали в посуде со свинцовым покрытием, что улучшало их вкус.

И сегодня свинец добывается в более чем 40 странах, а основными производителями являются Китай и Австралия, на которые приходится 30 % и 22 % мировой добычи, соответственно. Богатые свинцом минералы чаще всего встречаются вместе с другими металлами, и около двух третей добываемого в мире свинца производится из свинцово-цинковой руды.

Мировая добыча свинца в последние годы несколько снизилась: с 3,6 миллиона тонн в 1975 году до 3,1 миллиона тонн в 2004 году. За тот же период мировое производство очищенного свинца и потребление металла выросло приблизительно с 4,7 миллиона тонн до 7,1 миллиона тонн.

Однако, если рассматривать весь индустриальный период его использования, то наблюдается неуклонный рост потребления и производства свинца: в 1995 г. мировое потребление составило 5,56 млн т, а производство – 5,43 млн т.

Разница в добыче и потреблении свинца связана с тем, что все большая доля поставок приходится на свинец, полученный в ходе переработки (рис. 1). Так в 2003 году на такой свинец приходилось 45 % мировых поставок.

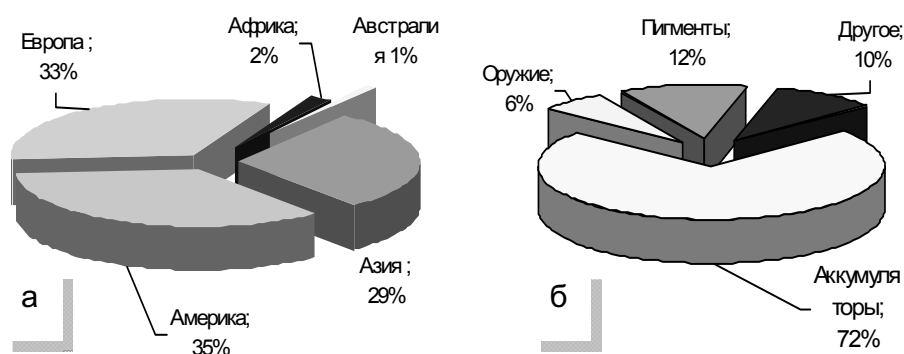


Рис. 1. Структура производства свинца в мире (а) и его потребление(б), в % от общего объема.

Свинец используется и продается во всем мире как металл в различных товарах. Основное применение свинца в последние годы - это свинцовые аккумуляторы, на которые приходится 78 % официального мирового потребления свинца в 2003 году (рис. 2). Прочие значимые сферы применения включают в себя: свинцовые соединения (8 % от общего объема), листовый свинец (5 %), боеприпасы (2 %), сплавы (2 %), оболочку кабелей (1,2 %) и присадки для бензина (менее 1 %).

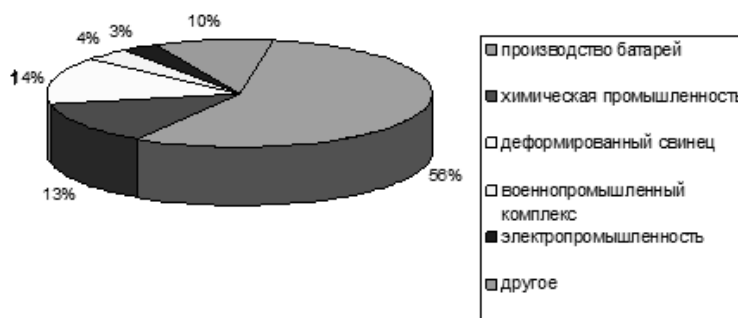


Рис. 2. Использование свинца по отраслям промышленности в Европе.

Наиболее значительное изменение в общей структуре потребления за период 1970-2003 годов заключалось в том, что на аккумуляторы приходится все большая доля от общего потребления свинца, тогда как доля оболочек для кабелей и присадок для бензина снизилась. Использование свинца в качестве пигмента красок было прекращено в развитых странах, но все еще продолжается в некоторых развивающихся странах, в частности в промышленных видах применения. В течение последних 20 лет объем выбросов сокращается практически во всех промышленно развитых странах. Например, в Европе в 1990-2003 годах объем выбросов свинца снизился приблизительно на 92 %. В Соединенных Штатах Америки объем выбросов резко

снизились в 1980-х годах и в начале 1990-х годов в связи с постепенным прекращением использования свинца при производстве бензина и сокращением объема выбросов из промышленных источников. Объем выбросов бензина продолжал снижаться, хотя и медленнее, в период с середины 1990-х до 2002 года. За 21 год с 1982 года по 2002 год общий объем выбросов свинца сократился примерно на 95 %, с 54 500 тонн в год в 1982 году до 1550 тонн в 2002 году [16].

Значительное сокращение объема выбросов свинца было главным образом связано с ограничениями и запретами на использование этилированного бензина для транспортных средств. Например, за период 1990-2003 годов в восьми европейских странах объем зарегистрированных выбросов, связанных с производством черных и цветных металлов, в среднем сократился приблизительно на 50 %. А снижение использования этилированного бензина привело к снижению на 85 % интенсивности осаждения свинца в Арктике в период с 1970-х годов до начала 1990-х годов.

Естественными источниками поступления свинца в поверхностные воды являются процессы растворения эндогенных (галенит) и экзогенных (англезит, церуссит и др) минералов. Значительное повышение содержания свинца в окружающей среде связано со сжиганием угля, применением тетраэтилсвинца, с выносом в водные объекты со сточными водами рудообогатительных фабрик, некоторых металлургических заводов, химических производств, шахт и т.д.

Загрязнение окружающей среды свинцом и его соединениями от стационарных источников - предприятиями определяется спецификой их производственной деятельности. Это непосредственное производство свинца и его соединений, попутное извлечение свинца из других видов сырья, содержащих свинец в виде примеси, использование свинца в производстве различной продукции и т. д. Наибольшие выбросы свинца в атмосферу происходит в следующих отраслях производства:

- металлургическая промышленность. Причем на долю цветной металлургии приходится 98% от общего выброса данной промышленности;
- машиностроение и производство аккумуляторов;
- топливно-энергетический комплекс. Загрязнение среды обусловлено производством этилированных бензинов;
- химический комплекс. Выбросы связаны с производством пигментов, сиккативов, специальных стекол, смазок, антидетонационных присадок к автомобильным бензинам, полимеризацией пластмасс и др.;
- стекольные предприятия;
- консервное производство;
- деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность
- предприятия оборонной промышленности;

Бытовые и промышленные отходы являются еще одним источником загрязнения окружающей среды свинцом. В отходы попадают автомобильные аккумуляторы, консервные банки со свинцовым припоем, краски и другие свинец содержащие материалы. Эти отходы представляют опасность для подземных вод, почв и других компонентов окружающей среды.

К нестационарным источникам загрязнения свинцом до недавнего времени относился автотранспорт. Однако использование этилированного бензина в авиации и ракетно-технической промышленности продолжает оказывать воздействие на окружающую среду. При сжигании жидкого топлива в воздух ежегодно выбрасывается от 180 до 260 тыс. т свинцовых частиц, что в 60 – 130 раз превосходит естественное поступление свинца в атмосферу при вулканических извержениях (2-3 тыс. т/год).

Еще один источник техногенного рассеивания свинца в атмосфере – активное воздействие на метеорологические процессы (рассеивание тумана и туч, грозных градобитием, искусственное стимулирование осадков). Основной агент, применяемый в этих целях, - йодистый свинец.

К нестационарным источникам поступления свинца в водоемы следует отнести охотничий промысел и любительскую охоту. (В частности загрязнение среды свинцовой дробью). Оценочные расчеты свидетельствуют о том, что, например, в России ежегодно в водно-болотные угодья попадает до 1400 т. свинца.

В Канаде ежегодно рассеивается около 6 тыс. т дробы. Гибель водоплавающих птиц в этой стране из-за отравления приняла настолько значительные размеры, что стала предметом специального расследования экологов.

Подсчитано, что в охотничьих угодьях штата Вашингтон (США) на каждый квадратный метр площади водоемов приходится по 21 дробинке. У отравленных лебедей в мускульном желудке находили при вскрытии от 7 до 68 дробинок. Всего, по оценкам специалистов, в США ежегодно гибнет от свинцового отравления 2-3 млн. водоплавающих птиц.

### **Содержание свинца в водной среде**

Выброс свинца в Мировой океан составляет 430—650 тысяч т/год. Это позволяет ему накапливаться в значительных количествах в воде. Так, в водах Мирового океана его содержание в среднем составляет 0,03 мкг/дм<sup>3</sup>. Концентрация свинца в речных водах может колебаться от 0,1 до 100 мкг/дм<sup>3</sup> в среднем не превышает 10 мкг/дм<sup>3</sup>. В речных водах свинец содержится в растворенном виде и во взвешенном. В различных реках может преобладать как растворенная, так и взвешенная форма свинца, но в целом наибольшее значение в миграции свинца речными водами имеет взвешенная форма. Это обусловлено его осаждением и комплексообразованием с органическими и неорганическими лигандами; интенсивность этих процессов во многом зависит от pH среды. Так, среднее содержание свинца в растворенной форме в реках США составляет 4,7 мкг/дм<sup>3</sup>, а в озерах 4,5 мкг/дм<sup>3</sup>. Местные аномалии содержания свинца в речных водах могут быть связаны как с природными, так и с техногенными процессами. В районах свинцовых и полиметаллических месторождений могут возникать относительно локальные гидрохимические аномалии. В речных водах выше одного из горно-обогатительных комбинатов содержание свинца составляло 4,8 мкг/дм<sup>3</sup>, а ниже комбината – 16-29 мкг/дм<sup>3</sup>. Суммарный годовой сток техногенного свинца может составлять 90 %. В речной взвеси в пересчете на объем воды среднее содержание может составлять 69 мкг/дм<sup>3</sup>. Таким образом, со взвесью, мигрирует в 70 раз больше свинца, чем в растворенном состоянии. В речных взвесьях свинец может находиться в виде различных примесей. Это аморфные и раскристаллизованные гидроксиды железа и марганца, силикаты; в сорбированном состоянии на поверхности минеральных и органических частиц; и реже - в виде дисперсных частиц собственно свинцовых минералов. Антропогенный фактор определяет увеличение концентрации свинца в речных взвесьях по сравнению с горными породами.

Наблюдается зависимость содержания свинца в подземных водах от природно-климатических условий. В зоне многолетней мерзлоты в среднем в подземных водах содержится 1,52 мкг/дм<sup>3</sup>, в тропиках – 2,05 мкг/дм<sup>3</sup>, в степях умеренного климата – 3,07 мкг/дм<sup>3</sup>. В подземных водах полиметаллических и медьколчеданных месторождений содержание свинца может повышаться на 3 порядка по сравнению с фоном.

Как показали исследования, свинец мигрирует в основном в виде отрицательно заряженных комплексов, преимущественно хлоридных. Содержание свинца в подземных водах коррелирует с их температурой. При температурах до 50 °С среднее содержание свинца составляет 0,02 мг/дм<sup>3</sup>, а при температуре 70 °С - 0,8 мг/дм<sup>3</sup>.

Чрезвычайно интересен факт периодического изменения концентрации свинца в одной и той же скважине. В течение полугода содержание свинца в воде возросло с 3,5 до 50 мг/дм<sup>3</sup>, а затем за четыре месяца снизилось до 3,7 мг/дм<sup>3</sup>.

Биогеохимическое изучение поведения свинца в водных системах – предмет специальных исследований. Отметим, что в ряде научных обзоров на основе сопоставления содержаний свинца в воде и гидробионтах делается вывод, что коэффициенты накопления свинца могут достигать 140 000. Сопоставления фоновых и аномальных распределений в зонах стоков

металлургических комбинатов показывают максимальный коэффициент концентрирования 60 (в водорослях обнаружено 242 мг/кг свинца при фоновом уровне – 4 мг/кг).

В числе других металлов свинец хорошо накапливается гидробионтами. Степень его токсичности для планктона, моллюсков, ракообразных и рыбы разная. Этот факт говорит об неодинаковой чувствительности водных обитателей к токсическому действию свинца. Согласно оценкам, в поверхностных водах время пребывания биологических частиц, содержащих свинец, составляет до двух лет.

Хотя свинец не отличается высокой мобильностью в почве, он может проникать в поверхностные воды вследствие эрозии свинецсодержащих почвенных частиц и сброса отходов, содержащих свинец. Большое значение имеет воздействие свинца при использовании для полива загрязненных пойменных или речных вод. Одним из важных выводов следует отметить, что во всех случаях геохимического или антропогенного загрязнения свинцом, моноисточники или аномалии отсутствуют. Здесь свинец является составной частью обширной ассоциации химических элементов.

### **Известные случаи отравления свинцом при поступлении с питьевой водой**

В питьевой воде различных стран мира содержание свинца изменяется в пределах 1-60 мкг/дм<sup>3</sup>, и в большинстве европейских стран не превышает 20 мкг/дм<sup>3</sup>. Норматив для Украины - 0,01 (0,03) мг/дм<sup>3</sup>. По данным из разных источников с питьевой водой в организм человека может поступать от 2 до 11 % свинца. Однако, определенное количество свинца может поступать в питьевую воду из водопроводных разводящих систем.

Один из наиболее мягких металлов, хорошо прокатывающийся в листы, свинец уже в древности использовался для устройства водопроводных труб. Трубы римского водопровода, выстроенного рабами, были свинцовыми. Очевидно, поэтому такой короткой и была средняя продолжительность жизни римлян. Причем отравлялись, в основном, богатые римляне, пользовавшиеся водопроводом, хранившие вино, оливковое масло и другие продукты в освинцованных сосудах, а также использовавшие косметические средства, содержащие свинец.

Все растворимые соединения свинца являются ядовитыми. На устойчивость свинца к воде оказывает большое влияние содержащийся в ней углекислый газ. При малых количествах он образует на поверхности свинца соединение, не растворимое в воде (углекислый свинец), и тем способствует устойчивости свинца. Если же содержание углекислого газа в воде сравнительно велико, а так именно было с водой, питавшей древний Рим, то углекислый газ, реагируя со свинцом, образует кислый углекислый свинец, который хорошо растворяется в воде. Достаточно, чтобы в литре воды был всего один миллиграмм свинца – и питье такой воды становится очень опасным. Это количество свинца так мало, что не изменяет ни запаха, ни вкуса воды, и только точные современные приборы могут его обнаружить.

В античные времена свинец мог поступать и из заздравных кубков: окись свинца, уксуснокислый свинец или шарик металлического свинца добавлялись в вино для его подслащивания. Позже в Германии в 1548 г. и 1577 г. были приняты законы, которые карали смертью за подмешивание свинца к вину.

«Кто бессильной воды изопьет – вовсе ослабеет» – говорится в русской сказке. В 1633 г. в Московском Кремле закончили сооружение водопровода, который снабжался из колодца в нижнем этаже Свибловой башни, стоящей при слиянии Неглинки и Москвы-реки. Важная деталь: и основной водонапорный резервуар, и лари были выложены листовым свинцом и опаяны оловом. Трубы были тоже из свинца. Воду из колодца качали при помощи подъемной машины – взвода (с тех пор эта кремлевская башня называется Водовзводной). Машину приводили в движение лошади. Воду закачивали в большой бак, а оттуда вода сама по трубам текла на царскую кухню, в сады, другие места. Трубы были изготовлены из свинца; бак для воды изнутри тоже был выложен свинцовыми листами, чтобы вода из него не просачивалась в щели. Особенно много свинца накапливалось в воде за ночь, после ее неподвижного стояния в свинцовом баке и трубах.

Итак, в течение почти ста лет, с 1633 по 1737 г.г., царский дворец снабжался водой, которая находилась в постоянном контакте со свинцом. Те десятилетия, когда царь и его окружение пользовались свинцовой водой, были временем постоянной боязни заговоров, покушений, ядов. Делалось все, чтобы избежать отравления.

Но, увы, свинцовая вода не обладала особым цветом, вкусом или запахом и внешне ничем не отличалась от обычной воды. Нужны были годы, чтобы сказало ее вредное действие. И годы шли. О том, как отразилось употребление «свинцовой воды» на здоровье Алексея Михайловича и его сыновей – Федора Алексеевича и Ивана V - говорится в одном очерке, опубликованном несколько лет назад.

Кремлевский «свинцовый водопровод уничтожил пожар 1737 г. И в период действия этого водопровода русские цари жили меньше обычного. Так, царь и великий князь Иван V Алексеевич, сын царя Алексея Михайловича и первой его жены, Милославской, прожил всего 29 лет. Незадолго до смерти он выглядел дряхлым стариком. С детства он был, как писали тогда, «слабый и болезненный, немощен телом и рассудком, заикался, скорбен головою, страдал цингую и главною болезнью». Из шести братьев царя пятеро не дожили до 20 лет. Некоторые ученые считают, что это последствия свинцового отравления. А вот шестой брат, Петр Алексеевич, будущий Петр I, избежал отравления – детство и отрочество он провел не в Кремле, а в подмосковных селах.

Об опасности для здоровья содержания в воде свинца гигиенисты впервые заговорили в связи с массовыми интоксикациями, которые возникли при использовании на водопроводах свинцовых труб. Случаи отравления свинцом характеризуются тяжелым поражением нервной системы в результате потребления водопроводной воды с высоким его содержанием.

Во время «свинцовой эпидемии» в Лейпциге летом 1930 г. (в течение короткого времени в городе было отмечено 250 случаев опасного отравления). Тогда в утренние часы концентрация свинца в воде достигала 25 мг/дм<sup>3</sup>, но ко второй половине дня снижалась до 1 мг/дм<sup>3</sup>. Первая из названных цифр в 833 раза превосходит допустимую концентрацию согласно принятому тогда в СССР стандарту питьевой воды (0,03 мг/дм<sup>3</sup>). Недаром применение свинцовых водопроводных труб в настоящее время строгойше запрещено.

Накануне очередной встречи в верхах лидеров бывшего СССР и США, весь мир облетело сообщение о внезапном заболевании тогдашнего президента США Дж. Буша (старшего). По первоначальным симптомам недомогание носило аутоиммунный характер. Интересным было и то, что аналогичные симптомы были выявлены у его жены Барбары и даже у любимца президентской семьи пса породы спаниель. Ну, а причиной, как выяснилось впоследствии, оказались свинцовые трубы водопроводной системы Белого Дома, которые были заложены более, чем 200 лет назад, и фактически до конца XX века не подвергались ни реконструкции, ни ремонту.

### **Эффекты влияния свинца на здоровье человека**

Главным источником свинца для человека служит питьевая вода (рис.3.). Доказано, что повышение содержания свинца в воде обуславливает, как правило, увеличение его концентрации в крови. В настоящее время в качестве гигиенического норматива утверждено ПДК свинца в питьевой воде на уровне 0,03 мг/дм<sup>3</sup> (для Украины также). Комитет экспертов ФАО/ВОЗ установил, что допустимый еженедельный прием свинца составляет 3 мг на человека, или около 7 мг/кг массы тела. Эти значения были основаны на данных о токсичности для взрослых людей и на предположении, о том, что поглощается только 10 % принятого с пищей свинца.

Свинец, каким бы путем он не поступал в организм – с водой, пищей или при вдыхании с воздухом, - последовательно входит в состав разных соединений, испытывающих превращения в ходе биохимических реакций, ненадолго депонируется в мягких тканях организма и в конце концов, частично выводится из организма, но, главным образом, аккумулируется в костях. Период полувыведения свинца из организма (Т<sub>б</sub>) - до 10 000 суток, т. е. ≈ 27 лет.

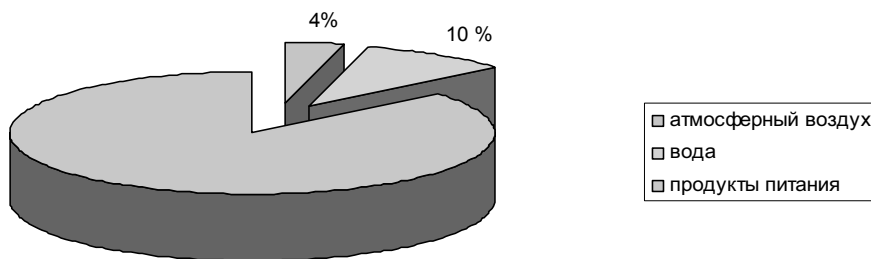


Рис.3. Пути поступления свинца в организм человека.

В средние века, в пору расцвета астрологии и алхимии, планета Сатурн и свинец обозначались единым символом. Считалось, что на человека они оказывают одинаковое влияние. Понимая опасность пагубных последствий воздействия свинца на организм, в Древней Греции отравление свинцом называли сатурнизмом, в честь самого коварного бога Олимпа. В Древнем Риме свинцовая интоксикация получила второе название – плумбизм.

Свинец это политропный яд, оказывает токсическое действие на нервную (центральную и периферическую), кровеносную, пищеварительную, сердечно-сосудистую, выделительную (почки) системы, детородную функцию женщин и мужчин, проявляет канцерогенное действие. По данным ВОЗ свинец является одним из наиболее опасных загрязнителей окружающей среды и отнесен к токсическим веществам I класса опасности. Согласно документам Международного агентства канцер регистра (IARC) свинец отнесен ко 2 группе элементов оказывающих канцерогенное действие на организм человека.

Проявления хронического свинцового отравления можно разделить на шесть групп: желудочно-кишечные, нервно-мышечные, симптомы поражения ЦНС, гематологические, почечные и прочие. Эти симптомы могут наблюдаться по отдельности или в сочетании друг с другом.

Многочисленные исследования, показали, что в значительной степени риску свинцового отравления подвержены дети, особенно младшего возраста. Это объясняется тем, что организм ребенка сорбирует до 40 % поступившего с пищей тогда организм взрослых - только вот 5 до 10 %. При этом у взрослых 80-95 % свинца сохраняется в костях, у детей только 70 % и больше в мягких тканях. Основным показателем воздействия свинца на здоровье детей является уровень его содержания в крови, причем происходит постоянный пересмотр рекомендуемого нормативного содержания свинца в крови. Результаты ряда крупных международных и национальных проектов подтвердили, что при увеличении концентрации свинца в крови ребенка с 10 до 20 мкг/дм<sup>3</sup> происходит снижение коэффициента умственного развития (IQ).

Свинцовая энцефалопатия описана впервые еще в 1839 году Танкредом де Пляншем и проявляется упорными головными болями, эпилептическими припадками, "свинцовым менингитом", а также нарушением речевой и слуховой функций. Для детей особенно важным является снижение показателя умственного развития IQ, а также изменение времени зрительно- и слухо-моторной реакции и двигательной активности.

Более распространенный симптом хронического свинцового отравления — гипохромная микроцитарная железодефицитная анемия. Она чаще всего развивается у детей и по морфологическим признакам сходна с железодефицитной анемией. Предполагают, что анемия обусловлена двумя причинами: укороченным сроком жизни эритроцитов и ингибированием синтеза гема.

Поражение почек при свинцовом отравлении не столь ярко выражено, как поражение ЦНС (центральной нервной системы) и ЖКТ (желудочно-кишечного тракта). Тем не менее, возможны как обратимое нарушение функции почечных канальцев, так и необратимая свинцовая нефропатия с поражением интерстициальной ткани. Обратимые нарушения, как правило, наблюдаются у детей при остром свинцовом отравлении, а необратимая нефропатия



чаще развивается при длительном контакте со свинцом на производстве. Клинические проявления нефропатии — протеинурия, гематурия и цилиндрурия — напоминают синдромом Фанкони. При свинцовой нефропатии значительно чаще, чем при любой другой хронической болезни почек, развиваются гиперурикемия и подагра.

Свинец не обладает тропностью к сердечной мышце, но при длительном поступлении развивается брадикардия и повышается артериальное давление. Также подтверждено увеличение частоты случаев первичного бесплодия и невынашивания беременности. Частота рождений у женщин из группы риска детей с врожденными пороками развития составила 4,6 на 100 новорожденных. Наблюдаются неспецифические реакции со стороны ЖКТ.

При оценке воздействия свинца на здоровье человека широко используются методы биомониторинга, позволяющие оценить накопление свинца в биосредах - крови, моче, волосах или зубах - и сопоставить полученные данные с рекомендуемыми, биологически допустимыми уровнями. Основным показателем влияния свинца на состояние здоровья является уровень его содержания в крови. Комитет экспертов ВОЗ посчитал возможным использование в качестве нормы для взрослых величину 10 мкг/дм<sup>3</sup>, при этом критерием являются изменения состояния высших психических функций. Даже такое незначительное содержание свинца в крови, как 5 мкг/дм<sup>3</sup>, что некогда считалось «безопасным уровнем», может приводить к снижению интеллекта у детей, поведенческим трудностям и проблемам в учебе.

Радует то, что в результате успешного постепенного отказа от этилированного бензина в большинстве стран значительно сократился уровень содержания свинца в крови на уровне популяции. В настоящее время лишь в шести странах мира по-прежнему используется этилированное топливо.

Такие дисциплины, как токсикология, экологическая эпидемиология и получаемые с их помощью оценки факторов риска, с трудом воспринимаются теми, кто не является специалистами в данной области, — политиками, сотрудниками государственного аппарата и самими гражданами. Поэтому так важно понять всю степень угрозы здоровью населения от свинцового загрязнения и принять все меры для выявления первичных источников и прекращения их поступления в организм.

#### **Рекомендации по снижению поступления свинца с питьевой водой.**

Чтобы избежать воздействия свинца, содержащегося в питьевой воде, можно предпринять следующие шаги.

1. Спускайте воду, чтобы вымыть свинец. Если вода не спускается несколько часов, то перед тем как употреблять ее для приготовления пищи или питья, спустите ее на протяжении от 30 секунд до 2 минут из крана, до тех пор, пока она не станет холодной.

2. Используйте холодную, свежую воду для приготовления детских смесей. Не используйте воду из крана с горячей водой для приготовления пищи или питья. Помните, что свинец легче растворяется в горячей воде. Не используйте воду из крана с горячей водой для приготовления детского питания.

3. Не кипятите воду для того, чтобы избавиться от содержащегося в ней свинца. Кипячение воды не помогает избавиться от содержащегося в ней свинца.

4. Рассмотрите возможность использования фильтра. Узнайте, поможет ли какой-либо фильтр избавиться от свинца; не все фильтры способны сделать это. Для обеспечения надлежащего качества воды, не забывайте поддерживать средство для фильтрации в надлежащем рабочем состоянии, а также менять фильтр в соответствии с указаниями производителя.

5. Регулярно очищайте аэратор вашего смесителя. Частицы, содержащие свинец из спаек или домашнего водопровода могут задерживаться в аэраторе вашего смесителя. Регулярная чистка, проводимая каждые несколько месяцев, поможет избавиться от этих частиц и сократить количество свинца, которое попадает в питьевую воду.

6. Подумайте о приобретении смесителей с низким содержанием свинца. При покупке нового смесителя потребители должны выбирать те модели, в которых содержится наименьшее количество свинца.

7. Протестируйте вашу воду на содержание в ней свинца в лаборатории, которая занимается оценкой качества питьевой воды (лаборатории санитарной службы или гигиенического мониторинга за окружающей средой).

8. Протестируйте своего ребенка на содержание в его организме свинца. Анализ крови на содержание свинца является единственным способом обнаружения свинца в организме вашего ребенка. Его можно выполнить в любой современной диагностической лаборатории или токсикологическом центре.

## **ЧИМ НЕБЕЗПЕЧНИЙ СВИНЕЦЬ У ПИТНІЙ ВОДІ? (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)**

**І.М.Андрусихина<sup>1</sup>, І.А. Голуб<sup>1</sup>, З.В. Малецький<sup>2</sup>**  
<sup>1</sup>ГУ «Інститут медицини праці НАМН України», м.Київ  
<sup>2</sup>НТТУ «КП», м.Київ

*Даний огляд присвячений проблемі забруднення навколишнього середовища свинцем і його впливу на здоров'я людини. Наводиться історичний екскурс про використання людиною свинцю і виробів з нього. Свинець відомий як один з найважливіших видів мінеральної сировини і в той же час є глобальним забруднювачем навколишнього середовища, в тому числі, і водного. У статті узагальнено сучасні уявлення про джерела надходження і міграції свинцю в навколишньому середовищі. Свинець відноситься до речовин I класу небезпеки для людини і тому його вміст у продуктах харчування, питній воді та атмосферному повітрі жорстко нормується. Показано, що важливим джерелом надходження свинцю в організм людини слугує питна вода. В роботі розглянуто питання токсичності свинцю та наведена токсикологічна характеристика ефектів впливу свинцю на здоров'я людини. Висвітлено питання ризику свинцевого отруєння, для організму дитини. Надано рекомендації щодо зниження надходження свинцю з питною водою.*

*Ключові слова: свинець, питна вода, здоров'я людини.*

## **HOW DANGEROUS LEAD IN DRINKING WATER? (LITERATURE REVIEW)**

**I.M., Andrusyshyna<sup>1</sup>, I.O.Golub<sup>1</sup>, Z.V. Maletskyi<sup>2</sup>**  
<sup>1</sup>DY "Institute of Occupational Health of NAMS of Ukrainy", Kyiv,  
<sup>2</sup>NTTU "KPI", Kyiv

*This review focuses on the problem of environmental pollution by lead and its impact on human health. Was provided a historical excursus on the use of human lead and product thereof. Lead is known as one of the most important types of mineral raw materials and at the same time is a global polluter, including and water. In the article summarizes the current understanding sources of receipt and the migration of lead in the environment. Lead is a substance of IClass of danger for humans and therefore its content in food, drinking water, air and food strictly normalized. It has been shown that the major source of lead for human is drinking water. In this article also discussed issues of lead toxicity and given the toxicological characteristic of effects on human health. Covers the question risk of lead poisoning to the growing body of the child. Given recommendations to reduce the lead intake from drinking water.*

*Key word: lead, drinking water, human health.*

### Список литературы

1. Микроэлементозы человека (этиология, классификация, органопатология) [А.П.Авцын, А.А.Жаворонков, М.А.Риш, Л.С.Строчкова]. — М., 1991. — 496 с.
2. Бондарев Л.Г. Микроэлементы – благо и зло. / [Л.Г. Бондарев].- М.: Изд-во «Знание», 1984. — С.144
3. Новые подходы к регламентации свинца в воздухе рабочей зоны/Н.Ф.Измеров, А.И.Корбакова, А.Е.Ермоленко, [и др.] // Токсикологический вестник, 2000. —№5. —С.37-40
4. Ревич Б.А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения. Введение в экологическую эпидемиологию. — М., 2001. — 264 с.
5. Кундиев Ю.И.. Химическая безопасность в Украине / [Ю.И.Кундиев, И.М. Трахтенберг]. — К.: Авиценна, 2007. —72 с
6. Трахтенберг И.М. Тяжелые металлы во внешней среде: Современные гигиенические и токсикологические аспекты [И.М.Трахтенберг, В.С.Колесников, В.П.Луковенко]. — Мн.:Навука і техника, 1994. — 285 с.
7. Трахтенберг И.М. Книга о ядах и отравлениях. — К. : Наукова думка, 2000. — 366 с.
8. Тяжелые металлы внешней среды и их влияние на иммунный статус населения / [Паранько Н.М., Белицкая С.Н., Карнаух Н.Г., Рублевская Н.И., Ситало С.Г.] —Днепропетровск : Полиграфист, 2002. — 146 с.
9. Аналитические методы в биоэлементологии / [А.В.Скальный, Е.В.Лакарова, В.В. Кузнецов, М.Г.Скальная] — СПб. : Наука, 2009. — 264 с.
10. Ливанов Г. А. Свинцовая опасность и здоровье населения / Г.А.Ливанов, М. Б. Соболев, Б. А. Ревич //Ж. Российский семейный врач, №7. — 1999. — С.22—26.
11. Сиакин З. В. Загрязнение биосферы свинцом: масштабы и перспективы для России /З.В.Сиакин // Медицина труда и промышленная экология, №5. — 1999. — С.15—19
12. Оберлис Д. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных [Д.Оберлис, Б.Харланд, А.Скальный]. — СПб.: Наука, 2008. — 544 с.
13. Ершов Ю.А. Механизмы токсического действия неорганических соединений./[ Ю.А. Ершов, Т.В. Плетнева] — М.:Медицина, 1989. — 272 с.
14. Кошкина В.С. Клинико-токсикологическая характеристика свинца и его соединений/В.С. Кошкина, Н.Н.Котляр, Л.В.Котельникова, Н.А.Долгушина. //Журнал «Медицинские новости», 2013. — №1. — С. 23—26
15. Кузубова Л.И. Элементы-экоотоксиканты в пищевых, продуктах . Аналитический обзор Серия Экология В.58 [Л.И.Кузубова, О.В.Шуваева, Г.Н.Аношин] — Новосибирск, 2000. — 67 с
16. Обзор проблемы загрязнения кадмием, свинцом и ртутью окружающей среды в России и в Украине / Intergovernmental Forum on Chemical Safety Global Partnerships for Chemical Safety Contributing to the 2020 Goal., 2008. — 60 p.
17. US EPA 1994. Guidance manual for the integrated exposure biokinetic model for lead in children. US Environ. Protect. Agency. Publ. No.9285.7-15-1 EPA/540/R-93/081 PB 93-963510. Feb. 1994.
18. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), *Health Effects of Lead*. — Режим доступа до журн. : <http://www.epa.gov/lead/pubs/leadinfo.htm#health>.
19. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), *Lead in Paint, Dust, and Soil* (15 Feb. 2008). — Режим доступа до журн. : <http://www.epa.gov/lead>.
20. UNEP Chemicals, *Interim Review of Scientific Information on Lead* (October 2006). — Режим доступа до журн. : [http://www.unepchemicals.ch/pb\\_and\\_cd/SR/Files/Interim\\_reviews/UNEP\\_Lead\\_review\\_Interim-Oct2006.pdf](http://www.unepchemicals.ch/pb_and_cd/SR/Files/Interim_reviews/UNEP_Lead_review_Interim-Oct2006.pdf).
21. Walker, Jody Butler et al., *Maternal and umbilical cord blood levels of mercury, lead, cadmium, and essential trace elements in Arctic Canada*, 100 ENVIRONMENTAL RESEARCH, Issue 3 (Mar. 2006). — Режим доступа до журн. : <http://www.sciencedirect.com/science?>