

УДК 615.9.614.7: 616.152.49-74: 618.3-07

РТУТЬ КАК ФАКТОР РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

© 2014 А.М. Малов, В.К. Сибиряков, Л.А. Муковский, Е.В. Семенов

Институт токсикологии Федерального медико-биологического агентства,
г. Санкт-Петербург

Поступила в редакцию 26.09.2014

Представлены данные загрязненности окружающей среды некоторых территорий ртутью. Они сопоставлены с носительством ртути у проживающих на этой территории людей. Показано, что носительство ртути сопровождается негативными изменениями некоторых показателей крови и мочи.

Ключевые слова: *окружающая среда, меркуриализм, кровь, моча*

Ртуть традиционно считается одним из приоритетных неорганических экотоксикантов. По основному механизму действия это сульфгидрильный яд. Известные механизмы токсического действия этого металла и его соединений, источники поступления и другие важные стороны токсикологии ртути достаточно хорошо известны. Несмотря на это современный подход к токсикологии ртути, применение новых методических подходов приносит новые факты, позволяют делать выводы и предположения, важные для токсикологов, гигиенистов и клиницистов, и в конечном итоге способствуют улучшению здоровья населения. Основопологающим фактом является отнесение ртути (и ее соединений) к веществам высшего, первого класса опасности [1], что нашло отражение в ряде нормативно-регламентирующих документов. Повышение экологической культуры населения, реализация санитарно-гигиенических мероприятий, ужесточение соответствующих нормативов, способствовали тому, что зарегистрированные случаи токсического действия ртути на человека достаточно редки. Однако следует отметить, что в РФ все еще недостаточна нормативная база, регулирующая деятельность практиков-токсикологов, нет значений допустимого содержания ртути в биосредах человека. Имеющиеся в литературе референтные значения этого показателя лишь констатируют ситуацию, не являются руководящими аргументами при работе с пациентом. Без достаточного обоснования принято, что содержание ртути в крови взрослого человека не должно превышать 10 мкг/дм^3 и 5 мкг/дм^3

– у детей. При превышении этих показателей считается необходимым заниматься обследованием пациента и его лечением. Более низкие содержания ртути в крови считаются, т.о. допустимыми. Следует отметить, что по опыту работы консультативно-диагностической поликлиники Института случаи превышения указанных значений достаточно редки. Более низкие значения содержания ртути в крови соответствуют состоянию носительства ртути называемому «меркуриализм». Пациенты, подверженные этому состоянию должны быть обследованы на предмет ртутной интоксикации [2]. В настоящей работе прослежены некоторые источники поступления ртути в организм, представлены данные по содержанию ртути в крови ряда половозрастных групп населения и показана возможная связь носительства ртути с изменением некоторых показателей крови и мочи.

Определение ртути в крови и ее компонентах производили методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии на анализаторе «Юлия-2». Соответствующие процедуры описаны МУК [3]. В качестве стандартов использованы российские ГСО 8004-93 и ГСО 9653-2010. Определение свободных SH-групп осуществляли путем титрования свободных сульфгидрильных групп натриевой солью 4-гидроксимеркуриобензойной кислоты [4]. Клинические анализы крови и мочи были выполнены по общепринятым в здравоохранении стандартам на основе информированного согласия пациентов КДП ФГБУН ИТ ФМБА РФ. Данные анализов почв и грунтов на содержание ртути получены в рамках сотрудничества с испытательной лабораторией «Аналэкт», (РОСС RU 0001.514726). Статистическая обработка данных выполнена с помощью программы БИОСТАТ [5]. В работе использованы некоторые прикладные программы лицензированной ОС Windows 7.

Малов Александр Михайлович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. E-mail: malexmish@rambler.ru
Сибиряков Виктор Константинович, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник. E-mail: sibiryakovkr@mail.ru
Муковский Леонид Анатольевич, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник
Семенов Евгений Васильевич, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник

В организм ртуть может поступать алиментарно, перкутанно и ингаляторно. Последний путь проникновения ртути в организм встречается чаще всего и наиболее опасен. Летучесть металлической ртути и ряда ее органических соединений, при том что 80% поступившей в организм ртути ассимилируется [6], делает ртуть типичным и опасным экотоксикантом. В качестве биоиндикатора загрязненности окружающей среды ртутью в работе были использованы высшие грибы, произрастающие практически на всех городских и загородных территориях. Будучи сапрофитами, грибы поглощают из почвенного слоя в составе питательных веществ соединения ртути. Отсутствие видовой специ-

фичности в поглощении ртути, повсеместная распространенность грибов, значительные площади, занимаемые грибницами, делают этих представителей «незеленых растений» удобными индикаторами ртутного загрязнения почвенного слоя. Следует сказать, что именно почва является аккумулятором разного рода стоков, смывов, осадков; в почвенном слое грунта происходит химическая трансформация и биохимическая ассимиляция различных форм ртути [6]. Был произведен анализ тел грибов, произраставших на территории СПб и окрестностей. В таблице 1 представлены некоторые из полученных данных.

Таблица 1. Содержание ртути в почве, грибах и крови жителей некоторых районов Санкт-Петербурга и пригородов.

Обследованная территория	Содержание ртути в грибах	Содержание ртути в горизонте 0,0 – 1,0 м	Содержание ртути в крови жителей *
	МГ/КГ	МГ/КГ	МКГ/ДМ ³
I	0,550 – 1,29	0,272±0,127 (n=14)	1,25±0,33 (n=47)
II	0,130 – 0,420	0,073±0,034 (n=14)	
III	0,011 – 0,050	0,039±0,026 (n=11)	0,36±0,10 (n = 29)

Примечание: I – центральная индустриальная часть города, II – спальные районы, III – пригородные районы. * - обследование выполнено на женщинах детородного возраста

Данные, полученные на грибах, коррелируют с данными по содержанию ртути в грунтах (0,0-1,0 м) этих же территорий (см. табл. 1). Следует обратить внимание, что в грунтах Центрального района содержание ртути доходило до десятков миллиграмм в килограмме грунта, а содержание ртути в грибах в десятки раз превышало ПДК (50 мкг/кг). В этой же табл. 1 представлены данные по содержанию ртути в крови сопоставимых популяционных групп, которые качественно коррелируют с содержанием ртути в окружающей среде мест проживания. Среднее значение содержания ртути в крови городских

взрослых жителей составило 1,79±0,32 мкг/дм³ (n=53), тогда как в крови детей эта величина равна 1,82 ±0,42 (n=31).

Данные обследования крови 158-ти беременных женщин (192 пробы) в течение беременности показывают (рис. 1) что содержание ртути в течение беременности в крови увеличивается многократно. У некоторых рожениц была взята для анализа на содержание ртути пуповинная кровь, т.е. фактически кровь новорожденных. Оказалось, что у новорожденных содержание ртути выше в крови, чем в крови их матерей примерно в 2,35 раза [7].

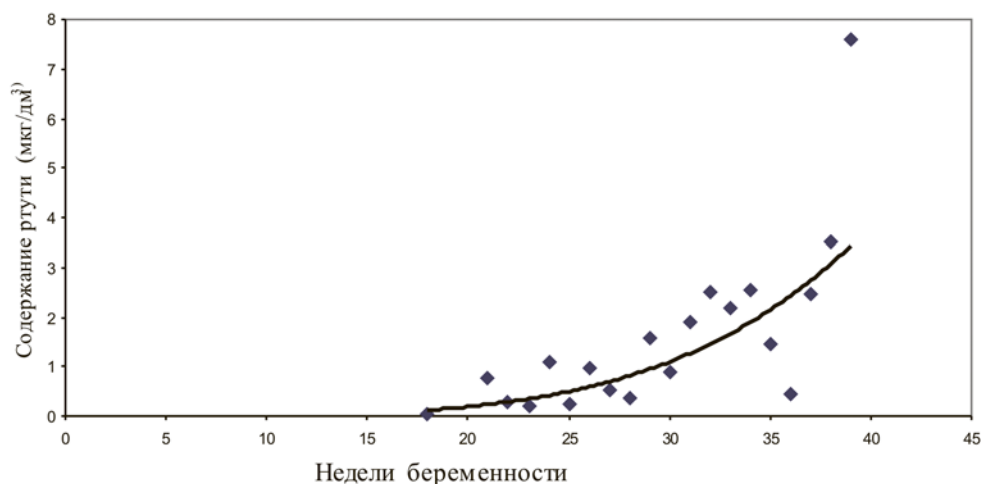


Рис. 1. Изменение содержания ртути в крови беременных женщин в течение беременности

Возникшее предположение о выходе ртути из каких-то депо в ходе беременности, особенно в последний триместр беременности, отчасти было разрешено при изучении накопления ртути в органах и тканях крыс [8]. Пероральная заправка крыс растворами солей ртути показала, что ртуть распределяется по всем исследованным органам и тканям – ткани головного мозга, мышечная ткань, жировая ткань и кровь, особенно много ее накапливается в почках, печени и костной ткани [8]. Можно предполагать, что подобным образом ртуть накапливается в организме женщин и во время беременности, особенно в последний триместр, при мобилизации пластического и энергетического материала ртуть поступает в кровь, в т.ч. в кровь плода.

Известно, что ртуть неравномерно распределяется между плазмой и форменными элементами крови [9]. При исследовании этого явления в крови людей и животных было обнаружено, что «в норме», при относительно небольших концентрациях ртуть крови действительно сконцентрирована в форменных элементах. По достижении некоторой концентрации ртути в крови, как крыс, так и людей наблюдается перераспределение ртути между эритроцитами и плазмой, все меньшая доля ртути оказывается в эритроцитах. На рис. 2 представлена картина этого перераспределения. Можно видеть «критическую» концентрацию ртути в крови, при которой накопление токсиканта происходит в основном за счет плазмы. Эта концентрация для человеческой крови примерно равна 5-7 мкг/дм³.

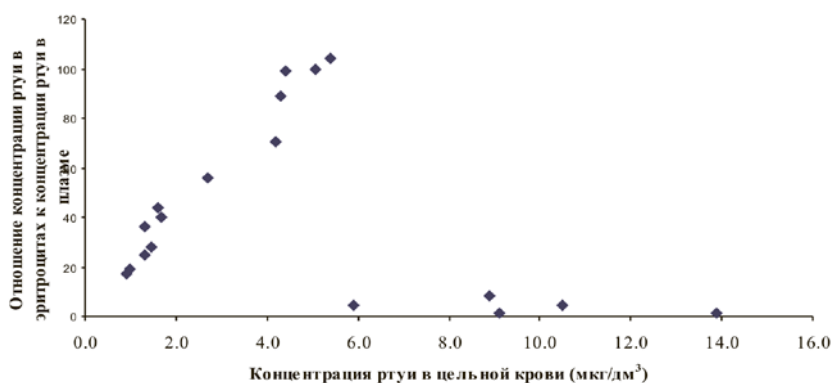


Рис. 2. Зависимость отношения концентрации ртути в эритроцитах к концентрации ртути в плазме от общего содержания ртути в крови

Основной механизм токсического действия, инкриминируемый ртути, состоит в блокировании SH-групп. Исследование свободных, неблокированных SH-групп в плазме крови в зависимости от концентрации ртути в крови пациентов показало, что в диапазоне 5-7 мкг/дм³ происходит резкое снижение количества свободных сульфгидрильных групп в плазме крови

(рис. 3). Клинические анализы мочи и крови пациентов с носительством ртути показали, что при концентрации ртути в периферической крови даже меньшей, чем 6 мкг/дм³, демонстрируют снижение уровня гемоглобина и числа эритроцитов, растет СОЭ, в моче регистрируются разрушенные форменные элементы, появляются свидетельства химической нефропатии [10].

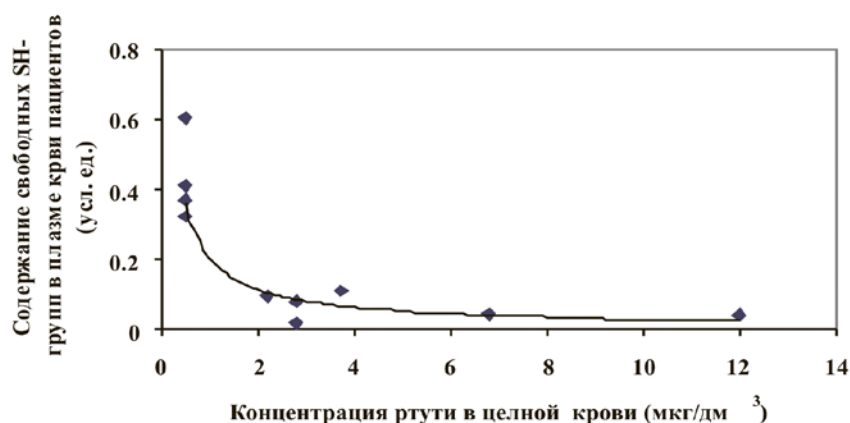


Рис. 3. Зависимость содержания свободных сульфгидрильных групп от содержания ртути в крови пациентов

Выводы: загрязненность окружающей среды ртутью сопровождается носительством этого токсиканта в крови человека. У беременных женщин и детей происходит значительное накопление ртути в крови, что может приводить к негативным изменениям некоторых показателей крови и мочи, т.е. состоянию предпатологии или патологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- 1 Ртуть. Нормативные и методические документы. Справочник. – СПб., 1999. 235 с.
- 2 *Соболев, М.Б.* Методы оценки и снижения токсического действия ртути в дозах малой интенсивности у детей. Дисс. на соис. уч. степ. канд. мед. наук. – СПб., 1999. 145 с.
- 3 МУК 4.1.1468 - 1472-03 «Атомно-абсорбционное определение ртути в объектах окружающей среды и биологических материалах» // Сборник методических указаний - 4.1. Методы контроля. Химические факторы. – М.: Минздрав России, 2003.
- 4 *Boyer, P.D.* Spectrophotometric study of the reaction of protein sulfhydryl groups with organic mercurialis // J. Am. Chem. Soc. V.76. 1954. PP. 4331-4337.
- 5 *Glantz S.A.* Primer of Biostatistics. Fourth edition, Inc. – McGraw-Hill., New York, 1997. Pages: xvi+473+computer program.
- 6 *Ершов, Ю.А.* Механизмы токсического действия неорганических соединений / Ю.А. Ершов, Т.В. Плетнева. – М.: Медицина, 1989. 272 с.
- 7 The Environmental Health Risk 101. Methylmercury // Geneva: WHO. 1990. P. 144.
- 8 *Малов, А.М.* Содержание ртути в крови женщин с различными сроками беременности г. Санкт-Петербурга / А.М. Малов, Л.С. Карпова, А.Н. Петров, Е.В. Семенов // Токсикологический вестник. 2001. № 5. С. 5-11.
- 9 *Малов, А.М.* Распределение Hg в некоторых органах и тканях крыс / А.М. Малов, В.К. Сибиряков, Е.В. Семенов // Токсикологический вестник. 2009. № 5. С. 34-37.
- 10 *Тиц, Н.* Энциклопедия клинических лабораторных тестов. – М.: Лабформ, 1997. 1325 с.
- 11 *Малов, А.М.* О допустимых референтных значениях ртути в крови человека / А.М. Малов, В.К. Сибиряков, Е.В. Семенов и др. // Здоровье и окружающая среда. Сборник научных трудов. – Минск, 2009. Вып. 13. С. 390-395.

MERCURY AS RISK FACTOR FOR HUMAN HEALTH

© 2014 A.M. Malov, V.K. Sibiriyakov, L.A. Mukovskiy, E.V. Semenov

Institute of Toxicology of Federal Medical Biological Agency, St. Petersburg

These impurities by mercury of surrounding environment at some territories are presented. They are compared with mercury carriage at people, living in this territory. It is shown that the carriage of mercury is followed by negative changes of some indexes of blood and urine.

Key words: *surrounding invironment, mercurialism, blood, urine*

Alexander Malov, Candidate of Biology, Senior Research Fellow.

E-mail: malexmish@rambler.ru

Viktor Sibiriyakov, Candidate of Medicine, Leading Research Fellow.

E-mail: sibiriyakovkp@mail.ru

Leonid Mukovskiy, Doctor of Medicine, Leading Research Fellow

Evgeniy Semenov, Doctor of Medicine, Leading Research Fellow