

ПРОБЛЕМНАЯ СТАТЬЯ

**РТУТЬ КАК ПРИОРИТЕТНЫЙ ЗАГРЯЗНИТЕЛЬ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ:
УРОВЕНЬ РТУТИ И ДРУГИХ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В ОРГАНИЗМЕ АБОРИГЕННЫХ ЖИТЕЛЕЙ
СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ**

А.Л. Горбачев

Северо-Восточный государственный университет, г. Магадан

РЕЗЮМЕ. Показано, что основными поллютантами биосферы и жителей северных регионов России являются тяжелые металлы: ртуть, свинец и кадмий. Одним из наиболее токсичных элементов является ртуть. Определен ее алиментарный путь попадания в организм человека: наибольшее содержание ртути отмечено у жителей прибрежных районов, употребляющих продукты моря. Приведены нормативные показатели ртути в биосредах человека. Представлены результаты собственных исследований по содержанию ртути у некоторых аборигенов Севера (эвены, коряки чукчи), проживающих на территории Магаданской области и Чукотки. В волосах аборигенов критически высокого содержания ртути и других токсичных элементов не выявлено. Исключение составили аборигены Охотоморского побережья (Магаданская область), где выявлено загрязнение свинцом. Показатели ртути у аборигенов-мужчин этого региона превышали фоновый уровень, но находились в пределах биологически допустимого уровня. У юношей и девушек из числа аборигенов, проживающих в Магадане, отмечена тенденция к более высоким показателям ртути относительно европеоидов. Этнические особенности могут быть обусловлены диетическим предпочтением аборигенами рыбы и морепродуктов или генетически детерминированным обменом ртути.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: загрязнение биосферы, аборигенные жители Севера, морепродукты, ртуть.

ВВЕДЕНИЕ

В научных изданиях последнего времени увеличивается поток информации о глобальном переносе загрязнителей из средних широт в Арктику (Egeland, et al., 2009). Современная биосфера северных территорий характеризуется повышенным содержанием тяжелых металлов – кадмия, свинца, ртути, «производимых» в полярных регионах и в умеренных широтах северного полушария (Дударев, 2009; Корчина, Корчин, 2011). Комплекс тяжелых металлов через пищевые цепи может попадать в организм человека, оказывать токсический эффект и негативно влиять на здоровье населения.

По уровню воздействия на живой организм одним из наиболее токсичных металлов является ртуть (Hg), действующая как кумулятивный яд (Трахтенберг, Коршун, 1990; Башкин, 2004; Моисеенко и др., 2004; Ким, Шпанько, 2009; Савченков, 2010). Существует несколько путей поступления ртути в организм человека – с во-

дой, пищей, а также вдыханием загрязненного воздуха, включая курение.

О высокой токсичности ртути свидетельствуют очень низкие ПДК: 0,0003 мг/м³ в воздухе и 0,0005 мг/л в воде (Пурмаль, 1998). В России в питьевых водах ПДК для ртути принята на уровне 0,5 мкг/дм³ (I класс опасности), а для рыбохозяйственных водоемов – 0,01 мкг/дм³ при отсутствии ионов метилртути (Савченков, 2010).

В атмосфере преобладающей формой является элементарная (металлическая) ртуть (Hg⁰), неорганические соли образуют основные формы ртути в питьевой воде, а органическая форма (метилртуть – MeHg) аккумулируется водной биотой, и характерна для рыбы и морепродуктов (Ullrich et al., 2001; 2007). Наибольшую опасность для живых организмов представляют именно органические производные ртути, в частности монометилртуть – сильнодействующий нейротоксин, который характеризуется высокой стабильностью и выраженным кумулятивным

* Адрес для переписки:

Горбачев Анатолий Леонидович
E-mail: gor000@mail.ru

эффектом (Густайтис, 2010). Причем природные органические формы ртути оказывают более выраженный токсичный эффект, чем воздействие неорганических форм в местах геохимических аномалий (Galster, 1976).

Что же касается ртутных аномалий, то они на современном уровне развития химических технологий обусловлены промышленным загрязнением окружающей среды. В России к территориям наиболее высокого техногенного загрязнения ртутью относят Иркутскую область. Поступление в р. Ангару и ее притоки производственных сточных вод, содержащих ртуть, привело к накоплению металла не только в воде Братского водохранилища, но и в придонных осадках, биологических объектах. По данным И.В. Безгодова (2006), суммарные многолетние технологические потери ртути составили около 2 тыс. т, причем в экосистему Братского водохранилища поступило примерно 5% от всех потерь. Экстремальный уровень загрязнения ртутью жизненной среды человека подтвержден аккумуляцией ртути в организме жителей Иркутской области (Бичева, 2009).

Попадание ртути в организм человека происходит, главным образом, с рыбопродуктами, в которых ее содержание может многократно превышать ПДК, составляющую 0,5 мг/кг. Критерии загрязнения продуктов различны: европейское экономическое сообщество устанавливает предельное значение 0,3 мг ртути на грамм рыбы (сырой вес); Всемирная организация здравоохранения и Управление по контролю за продуктами и лекарствами (США), предложили максимально допустимые концентрации 0,5 и 1,0 мг ртути на грамм продукта соответственно (Ullrich et al., 2001). Ртуть поступает в организм человека общим количеством до 0,2 мг/кг в сутки. Считается, что оптимальная интенсивность поступления ртути в организм составляет 1–5 мкг/день. Физиологическая роль ртути не ясна, и ртутьдефицитные состояния для человека не установлены (Авцын и др., 1991; Сусликов, 2000). Однако в литературе есть указание, что при недостаточном поступлении ртути (0,5 мкг/день и менее) может развиваться ее дефицит (Скальный, 2004).

Основными пищевыми источниками ртути являются морские и пресноводные виды рыб, морские животные и птицы, а также морепродукты. Во всех биопродуктах ртуть представлена токсичной метилртутью (Smith, Armstrong, 1975; Egeland et al., 2009; Таций, 2013). Некоторые исследователи полагают, что высокие концентрации ртути в рыбе и мясе морских млекопитающих могут представлять потенциальную опасность для здоровья жителей прибрежных районов. В то же время отмечается, что даже в мес-

тах с большим природным (или техногенным) содержанием ртути случаев меркуриализма не отмечено (Smith, Armstrong, 1975).

Ртуть обнаружена во всех органах и тканях организма человека. Литературные сведения, отражающие уровень ртути в биологических средах человека, неоднозначны, что объяснимо различиями природно-экологических условий проживания популяций, их этнодемографической структурой, а также лабораторными методами определения ртути.

Фоновым уровнем ртути в волосах принят показатель 0,5–1,0 мкг/г, биологически допустимый уровень – 5,0 мкг/г (Таций, 2013). Фоновый уровень ртути сопоставим с лабораторными нормативами Центра биотической медицины (ЦБМ, Москва) (Скальный, 2004). Однако, согласно А.Н. Стожарову (2007), эти показатели существенно выше: фоновое содержание ртути в волосах, по мнению автора, составляет 10–20 мкг/г, а безопасный уровень ртути в волосах может быть повышен до 30–40 мкг/г.

Максимально безопасным для взрослого человека уровнем ртути в крови считается 100 мкг/л (Стожаров, 2007). Содержание ртути в моче больше 10 мкг/сут свидетельствует о возможной опасности хронического отравления, а 50 мкг/сут, при наличии соответствующей симптоматики, служит подтверждением меркуриализма. При изучении болезни Минамата (ртутная интоксикация алиментарного происхождения) установлено, что подпороговая суточная доза метилртути (по ртути) равняется 4 мкг/кг, т.е. около 3 мг для взрослого человека. В случае отравления людей рыбой, «зараженной» ртутью, ее концентрация в рыбе составляет 8–30 мг/кг (Ким, Шпанько, 2009). Соответственно этому у жителей приморских поселков, постоянно употребляющих рыбу, содержание ртути в волосах может достигать 30 мкг/г. По другим данным, при отравлении элементарной ртутью и ее ионными формами (I, II) содержание ртути в волосах составляет 9 мг/кг (Моисеенко и др., 2004).

Отметим, что у жителей территорий с промышленным загрязнением ртутью (Иркутская обл.) ее среднее содержание в волосах составило у мужчин – 7,85 мг/кг, у женщин – 5,31 мг/кг (Анализатор ртути «Юлия-02») (Бичева, 2009). Для сравнения, в Алтайском крае, который также относят к территориям с ртутным загрязнением, медиана ртути в волосах взрослых мужчин равнялась 1,12 мг/кг ($Lim = 0,25–1,82$), при распространенности повышенного уровня ртути – 23%.

Исследования показывают, что повышенное содержание ртути характерно, прежде всего, для жителей приморских территорий, традиционно

употребляющих в пищу продукты моря (Galster, 1976; Бацевич, Ясина, 1889; Alfassi, 1994; Batzevich, 1995; Nylander, Goodsite, 2006; Bonefeld-Jorgensen, 2010; Куценогий и др., 2010; Зорина, Бацевич, 2011; Бужилова и др., 2013).

Показано, что в рационе питания коренных жителей прибрежной Чукотки существенное место занимают морские млекопитающие, в жировых тканях которых аккумулированы значительные концентрации стойких токсических веществ, включая ртуть, имеющих как глобальное, так и местное происхождение (Дударев и др., 2011). По данным сотрудников НИИ и Музея антропологии МГУ, в волосах жителей прибрежных районов Чукотки – чукчей и эскимосов выявлено повышенное содержание ртути (Batzevich, 1995; Зорина, Бацевич, 2011; Бужилова и др., 2013). Причем распределение концентраций ртути в исследованных этнических группах соответствовало районам геохимических аномалий. В рыбе, отловленной на территории Чукотки, обнаружено высокое содержание ртути и свинца (Гырголькау и др., 2007). Получены данные о превышении допустимых значений ртути в горбуше, выловленной на территории континентальной Чукотки в р. Канчалан – источнике питьевой воды для местных жителей (Куценогий и др., 2010).

Показано превышение верхних уровней содержания ртути и бериллия в волосах взрослых жителей Республики Бангладеш (Скальная и др., 2015). Так, частота избыточной аккумуляции ртути у бенгальских женщин составляла 19,48%, у мужчин – 19,05%, что существенно превышало аналогичные показатели у женщин (5,35%) и мужчин (9,98%), проживающих в Южном федеральном округе (ЮФО) РФ. Относительные данные распространения избытка ртути согласовались с их абсолютными значениями: медиана содержания ртути у бенгальских женщин (0,51 мкг/г) была в 1,2 раза выше, чем у жительниц ЮФО; у мужчин (0,56 мкг/г) разница составляла 1,1 раза.

Загрязнение ртутью отмечено не только у жителей приморских регионов. У 96% аборигенов Ханты-Мансийского автономного округа уровень ртути был повышен в 4 раза, и коррелировал с высоким содержанием этого элемента в пресноводной рыбе (Корчина, Сорокун, 2006).

Исходя из приведенных данных, представлялось актуальным и практически значимым провести скрининг содержания тяжелых металлов, и прежде всего ртути, у представителей некоторых коренных народов Северо-Востока России, традиционно на протяжении длительного времени использующих рыбу и морепродукты в качестве продуктов питания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследован элементный статус эвенов, коряков, чукчей, юкагиров и других северных этносов, проживающих на территории Магаданской области и Чукотского автономного округа.

В возрастном и этническом аспектах изучены четыре группы:

1) юноши и девушки ($n = 132$) – студенты Северо-Восточного государственного университета (СВГУ, г. Магадан) из числа аборигенных жителей Севера – эвены, коряки, чукчи, родившиеся и выросшие в национальных поселках. Возрастной интервал исследуемых – 17–23 лет; их основной контингент – это социально организованная группа, проживающая в Центре народов Севера СВГУ;

2) контрольная группа «европеоидов» ($n = 200$) представлена студентами СВГУ, юношами и девушками в возрасте 17–23 лет – уроженцами Магаданской области (2–3-е поколения мигрантов Севера);

3) аборигены (камчадалы, ительмены), проживающие в пос. Тауйск (Охотоморское побережье Магаданской области): дети (5–9 лет, $n = 15$), мужчины и женщины зрелого возраста (25–45 лет, $n = 22$) и мужчины (камчадалы) пожилого возраста (65–70 лет, $n = 15$);

4) аборигены – ламуты (эвены), чуванцы (юкагиры) – мужчины и женщины зрелого возраста (25–40 лет, $n = 20$), проживающие в селениях континентальной Чукотки на р. Анадырь (Марково, Ваеги, Ламутское).

Содержание химических элементов оценивали на основании спектрального анализа волос – информативного и апробированного метода оценки элементного статуса человека (Скальный, 2004). Волосы у исследуемых брали с затылочной части головы в зимний и весенне-летний периоды. Спектральный анализ проведен в научно-испытательной лаборатории ЦБМ методами атомной эмиссионной спектроскопии (АЭС-ИСП) и масс-спектрометрии (МС-ИСП) с индуктивно связанной аргоновой плазмой.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Город Магадан: эвены, коряки, чукчи. У юношей-аборигенов медиана ртути в волосах равнялась 0,52 мкг/г ($Lim = 0,16–1,54$). У 55% исследованных ее содержание превышало 0,5 мкг/г. Встречаемость лиц с показателями ртути, которые превышали 1,0 мкг/г (нормативы ЦБМ), составила 20%.

Между юношами-аборигенами и юношами-европеоидами различия в содержании ртути статистически не достоверны. Но, несмотря на проживание аборигенов и европеоидов в одной био-

геохимической зоне и в общей социальной среде, отмечена тенденция к повышенным показателям ртути у аборигенов ($Me = 0,52$ мкг/г) относительно европеоидов ($Me = 0,4$ мкг/г).

Значимых половых различий в содержании ртути не отмечено. У девушек-аборигенок медиана ртути равнялась $0,41$ мкг/г ($Lim = 0,043-2,09$). Встречаемость показателей, превышающих $1,0$ мкг/г, составила $13,5\%$. Достоверных различий между девушками-аборигенками и девушками из группы европеоидов не выявлено, за исключением тенденции к более высоким показателям ртути в волосах аборигенок.

Таким образом, у аборигенов Севера, проживающих в г. Магадане, критических уровней ртути не отмечено. Однако ее повышенные концентрации, превышающие реферативные величины, выявлены у $13,5\%$ девушек и у 20% юношей.

Магаданская область: пос. Тауйск (камчадалы, ительмены). У отдельных аборигенов зрелого и пожилого возрастов в летний период (июнь) отмечено повышенное содержание одновременно кадмия и ртути (Cd, Hg). Показатели ртути в волосах находились в пределах $1,5-3,0$ мкг/г ($Me = 1,70$ мкг/г), что превышает фон по РФ, но находится в пределах биологически допустимого уровня.

В зимний период у всех исследованных аборигенов Тауйска, включая детей и жителей зрелого возраста, выявлено высокое содержание свинца (Pb). У детей его интервал составил $6,47-46,54$ мкг/г, у взрослых $9,41-19,32$ мкг/г. Причем у некоторых детей уровень свинца почти в 10 раз превышал реферативные величины. Отмеченный факт исключает возрастную аккумуляцию элемента и объясним неспособностью детского организма выводить из организма токсичные элементы в силу незрелости процессов поддержания гомеостаза. Но вопрос об источниках свинца остается открытым. Учитывая, что исследуемые проживали в экологически чистом регионе (отсутствие промышленных предприятий и активного использования автотранспорта), наличие в организме свинца, по-видимому, носит алиментарный характер. Мы склонны считать, что источником свинцового загрязнения являются рыба и морепродукты.

Таким образом, повышенные показатели ртути были характерны главным образом для аборигенов старшей возрастной группы, в волосах детей высоких концентраций ртути не отмечено. Этот факт поддерживает точку зрения о возрастной аккумуляции ртути, а также свидетельствует о снижении у лиц пожилого возраста адаптивных реакций, направленных на элиминацию из организма токсичных элементов.

Чукотка: селенья Марково, Ваеги, Ламутское – чуванцы (юкагиры), ламуты (эвены). У некоторых аборигенов континентальной Чукотки, независимо от места проживания, пола и возраста, отмечены высокие показатели лития (Li), превышающие референтные величины более чем в 5 раз. Высокое содержание этого ультраэлемента эпизодически выявляется и у аборигенных жителей других районов Магаданской области, его источники и пути попадания в организм не ясны.

У аборигенов селений Марково, Ваеги и Ламутское отмечено сочетанное повышение лития и ртути. Содержание ртути в волосах ламутов и чуванцев колебалось в значительной степени, $Me = 2,30$ мкг/г ($Lim = 0,26-8,6$ мкг/г). Повышенное содержание ртути (более $1,0$ мкг/г) отмечено у 62% всех исследованных аборигенов.

Несмотря на то, что исследованные жители обитали вдали от морского побережья, следует иметь в виду, что р. Анадырь и ее пресноводные притоки являются местом нереста морских видов рыб (кета, горбуша). Использование в пищу морской рыбы в плане загрязнения ртутью уравнивают жителей континентальных и приморских территорий Чукотки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В волосах исследованных аборигенных жителей Магаданской области и Чукотки во всех половозрастных группах критически высокого содержания ртути и других токсичных элементов не отмечено. Исключение составляет загрязнение свинцом аборигенов Охотоморского побережья. Во многих группах аборигенов отмечена сочетанная концентрация в волосах нескольких токсичных элементов – ртути, свинца, кадмия. При анализе статуса тяжелых металлов следует учитывать сезон года (зима, лето). Установленные показатели ртути в волосах мужчин-камчадалов Охотоморского побережья превышают фоновый уровень.

У юношей и девушек из числа аборигенов, проживающих в г. Магадане, отмечена тенденция к более высоким показателям ртути относительно европеоидов. Этнические особенности могут быть обусловлены диетическим предпочтением аборигенами рыбы и морепродуктов или генетически детерминированным обменом ртути.

Учитывая отсутствие промышленных предприятий на исследованных территориях, считаем, что концентрация тяжелых металлов, и прежде всего ртути, в организме аборигенных жителей Северо-Востока России носит алиментарный характер, связанный с использованием продуктов моря.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. М.: Медицина, 1991. 496 с.
(Avtsyin A.P., Zhavoronkov A.A., Rish M.A., Strochkova L.S. [Human microelementoses: etiology, classification, organopathology]. Moscow, 1991 [in Russ]).
- Бацевич В.А., Ясина О.В. Медико-антропологические аспекты исследования микроэлементного состава волос. Антропология медицине / Т.И. Алексеева (ред.). М.: Изд-во МГУ, 1989. С. 198–220.
(Batsevich V.A., Yasina O.V. [Medical and anthropological aspects of the study of trace-element composition of hair]. In: Alekseeva T.I. (ed.) [Anthropology for medicine]. Moscow: MSU Press, 1989. 198–220 [in Russ]).
- Башкин В.Н. Биогеохимия. М.: Научный мир, 2004. 582 с.
(Bashkin V.N. [Biogeochemistry]. Moscow: Nauchnyj mir, 2004 [in Russ]).
- Безгодов И.В. Гигиеническая оценка ртутного загрязнения в Иркутской области: Автореф. дис. канд. мед. наук. Иркутск, 2006. 23 с.
(Bezgodov I.V. [Hygienic assessment of mercury contamination in the Irkutsk region]. MD thesis abstract. Irkutsk, 2006 [in Russ]).
- Бичева Г.Г. Гигиеническая оценка влияния ртути на здоровье сельского населения, проживающего в зоне техногенного загрязнения: Автореф. дис. канд. мед. наук. Иркутск, 2009. 21 с.
(Bicheva G.G. [Hygienic assessment of mercury influence on the health of rural population living in a technogenic pollution zone]. MD thesis abstract. Irkutsk, 2009 [in Russ]).
- Бужилова А.П., Бацевич В.А., Бердиева А.Ю., Зорина Д.Ю., Ясина О.В. Оценка взаимосвязи морфологических характеристик и концентраций микроэлементов у современных представителей арктического адаптивного типа. Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2013. № 4 (23). С. 59–70.
(Buzhilova A.P., Batsevich V.A., Berdieva A.Yu., Zorina D.Yu., Yasina O.V. [Assessment of the relationship of morphological characteristics and concentrations of trace elements in the modern representatives of the Arctic adaptive type]. Vestnik archeologii, antropologii i etnografii. 2013, 4(23):59–70 [in Russ]).
- Густайтис М.А. Ртуть в потоках рассеяния высокосульфидных отходов Урского месторождения (Западная Сибирь) по данным термического анализа с атомно-абсорбционным детектированием: Автореф. дис. канд. геолого-минерал. наук. Новосибирск, 2010. 16 с.
(Gustajtis M.A. [Mercury in leakage fluxes of high-sulfide waste from the Ur deposit (Western Siberia) according to thermal analysis with atomic absorption detection]. PhD thesis abstract. Novosibirsk, 2010 [in Russ]).
- Гырголькау Л.А., Журавская Э.Я., Куценогий К.П., Чанкина О.В., Савченко Т.И. Многоэлементный состав крови у коренных жителей Чукотки и его связь с геохимической средой обитания и питания. Материалы научно-практ. конф. ГУ НИИ медицинских проблем Севера СО РАМН за 2006 г. «Вопросы сохранения и развития здоровья населения Севера и Сибири» Вып. 6. В.Т. Манчук и С.В. Смирнова (ред.). Красноярск: Изд-во КрасГМА, 2007. С. 20–22.
(Gyrgolkau L.A., Zhuravskaya E.Ya., Kutsenogiy K.P., Chankina O.V., Savchenko T.I. [Multielement blood contents observed in native residents of Chukotka and its correlation with geochemical habitat and nutrition]. In: Proc Sci Conf at Institute of Medical Problems of the North, Siberian Branch of RAMS, 2006 «Questions of preservation and development of population health in the North and Siberia». Krasnoyarsk, 2007. V.6. 20–22 [in Russ]).
- Дударев А.А. Персистентные полихлорированные углеводороды и тяжелые металлы в Арктической биосфере. Основные закономерности экспозиции и репродуктивное здоровье коренных жителей. Биосфера, 2009. № 2. С. 186–202.
(Dudarev A.A. [Persistent polychloride hydrocarbons and heavy metals in the Arctic biosphere. Basic appropriateness of exposure and reproductive health of native people]. Biosfera. 2009, 2:186–202 [in Russ]).
- Дударев А.А., Чупахин В.С., Иванова З.С., Лебедев Г.Б. Содержание стойких токсичных веществ в крови коренных жителей прибрежной Чукотки и инфекционная заболеваемость их детей. Гигиена и санитария, 2011. № 4. С. 26–30.
(Dudarev A.A., Chupakhin V.S., Ivanova Z.S., Lebedev G.B. [Contents of persistent toxic substances in the blood of indigenous inhabitants of Chukotka coastal area and the infectious morbidity of their children]. Gigiena i Sanitariia. 2011, 4:26–30 [in Russ]).
- Зорина Д.Ю., Бацевич В.А. Микроэлементный статус коренного населения Арктики (чукчи, эскимосы) по результатам анализа волос. Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2011. № 4. С. 105–111.
(Zorina D.Yu., Batsevich V.A. [Trace element status of the indigenous population of the Arctic (Chukchi, Eskimos) on the results of hair analysis]. Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seria XXIII. Antropologia. 2011, 4:105–111 [in Russ]).
- Ким И.Н., Шпанько Т.И. О содержании ртути в рыбной продукции (обзор литературы). Гигиена и санитария, 2009. № 1. С. 38–42.
(Kim I.N., Shtanko T.I. [The levels of mercury in fish industry]. Gigiena i Sanitariia. 2009, 1:38–42 [in Russ]).
- Корчина Т.Я., Корчин В.И. Сравнительная характеристика интоксикации свинцом и кадмием населения Ханты-Мансийского автономного округа. Гигиена и санитария, 2011. № 3. С. 8–10.
(Korchina T.Ya., Korchin V.I. [Comparative characteristics of lead and cadmium intoxication in the Khanty-Mansi Autonomous District]. Gigiena i Sanitariia. 2011, 3:8–10 [in Russ]).
- Корчина Т.Я., Сорокун И.В. Некоторые физиологические показатели и элементарный статус коренного населения Ханты-Мансийского автономного округа. Успехи современного естествознания, 2006. № 1. С. 89–90.

(Korchina T.Ya., Sorokun I.V. [Some physiological indexes and elemental status of aboriginal population of the Khanty-Mansi Autonomous Region]. *Advances in current natural sciences*. 2006, 1:89–90 [in Russ]).

Куценогий К.П., Савченко Т.И., Чанкина О.В., Журавская Э.Я., Гырголькау Л.А. Элементный состав крови и волос коренных жителей Севера России с разной биогеохимической средой обитания. Химия в интересах устойчивого развития, 2010. Т. 18. № 1. С. 51–61.

(Koutsenogii K.P., Savchenko T.I., Chankina O.V., Zhuravskaya E.Ya., Gyrgolkau L.A. [Elemental composition of blood and hair of the native inhabitants of the North of Russia with different biogeochemical environments]. *Chemistry for Sustainable Development*. 2010, 18(1):51–61 [in Russ])

Моисеенко В.Г., Радомская В.И., Радомский С.М., Пискунов Ю.Г., Савинова Т.А., Леншин А.В. Интоксикация человеческого организма металлической ртутью. Вестник ДВО РАН, 2004. № 3. С. 100–110.

(Moiseyenko V.G., Radomskaya V.I., Radomsky S.M., Piskunov Yu.G., Savinova T.A., Lenshin A.V. [Intoxication of the human organism by the metal mercury]. *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2004, 3:100–110 [in Russ]).

Пурмаль А.П. Антропогенная токсикация планеты. Ч. 1. Соросовский образовательный журнал, 1998. № 9. С. 39–45.

(Purmal A.P. [Anthropogenous toxication of the planet. Part 1]. *Sorosovskiy obrazovatel'nyy zhurnal*. 1998, 9:39–45 [in Russ]).

Савченков М.Ф. Здоровье населения и окружающая среда. Сибирский медицинский журнал, 2010. № 3. С. 124–127.

(Savchenkov M.F. [Public health and environment]. *Sibirskij medicinskij zhurnal (Irkutsk)*. 2010, 3:124–127 [in Russ]).

Скальная О.А., Скальная А.А., Демидов В.А., Живаев Н.Г. Содержание химических элементов в волосах взрослых жителей округа Мименсингх, Народная Республика Бангладеш. Сообщение 1.: Токсичные микроэлементы (As, Be, Cd, Hg, Pb). Микроэлементы в медицине, 2015. Т. 16. № 3. С. 45–49.

(Skalnaya O.A., Skalnaya A.A., Demidov V.A., [Hair content of trace elements in adult population of Mymensingh district, Peoples Republic of Bangladesh. Communication 1: Toxic elements (As, Be, Cd, Hg, Pb)]. *Trace Elements in Medicine (Moscow)*. 2015, 16(3):45–49 [in Russ]).

Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. 216 с.

(Skalny A.V. [Chemical elements in human physiology and ecology]. *Moscow*, 2004 [in Russ]).

Стожаров А.Н. Медицинская экология: учеб. пособие. Минск: Высшая школа, 2007. 368 с.

(Stozharov A.N. [Medical Ecology]. *Minsk: Vysshaya shkola*. 2007 [in Russ]).

Сусликов В.Л. Геохимическая экология болезней. Т. 2. М.: Гелиос АРВ, 2000. 672 с.

(Suslikov V.L. [Geochemical ecology of disease]. V. 2. *Moscow: Gelios ARV*. 2000 [in Russ]).

Таций Ю.Г. О возможности использования волос в качестве биоиндикатора загрязнения окружающей среды ртутью. Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2013. № 12. С. 158–164.

(Tatsiy Yu.G. [Applicability of human hair as a bioindicator for environmental mercury pollution]. *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologiya i prirodopol'zovanie*. 2013, 12:158–164 [in Russ]).

Трахтенберг М.И., Коршун М.Н. Ртуть и ее соединения в окружающей среде (гигиенические и экологические аспекты). Киев: Выща школа, 1990. 232 с.

(Trakhtenberg M.I., Korshun M.N. [Mercury and its compounds in the environment (hygienic and environmental aspects)]. *Kiev: Vyshha shkola*, 1990 [in Russ]).

Alfassi Z.B. Determination of trace elements. VCH, Weinheim. N.Y., 1994. 608 p.

Batzevich V.A. Hair trace element analysis in human ecology studies. *Sci Total Environ*. 1995, 164:89–98.

Bonefeld-Jorgensen E.C. Biomonitoring in Greenland human biomarkers of exposure and effects – a short review. *Rural Remote Health*. 2010, 10(2):1362.

Egeland G.M., Ponce R., Bloom N.S., Knecht R., Loring S., Middaugh J.P. Hair methylmercury levels of mummies of the Aleutian Island, Alaska. *Environ Res*. 2009, 109(3):281–286.

Galster W.A. Mercury in Alaskan Eskimo mothers and infants. *Environ Health Perspect*. 1976, 15:135–140.

Hylander L.D., Goodsite M.E. Environmental costs mercury pollution. *Sci Total Environ*. 2006, 368:352–370.

Smith T.G., Armstrong F.A. Mercury in seals, terrestrial carnivores, and principal food items of the Inuit from Holman M.W.T. *J Fish Res Board Canada*. 1975, 32: 795–801.

Ullrich S.M., Ilyushchenko M.A., Uskov G.A., Tanton T.W. Mercury distribution and transport in a contaminated river system in Kazakhstan and associated impacts on aquatic biota. *Applied Geochemistry*. 2007, 22:2706–2734.

Ulrich S.M., Tanton T.W., Abdrashitova S.A. Mercury in the aquatic environment: a review of factors affecting methylation. *Crit Rev Environ Sci Technol*. 2001, 31(3):241–293.

MERCURY AS A MOST IMPORTANT ENVIRONMENTAL POLLUTANT: THE BODY LEVELS OF MERCURY AND OTHER TOXIC CHEMICAL ELEMENTS IN INDIGENOUS RESIDENTS OF NORTH-EAST RUSSIA

A.L. Gorbachev

North-East State University, Portovaya str. 13, Magadan, 685000, Russia

ABSTRACT. The paper presents reference data on metal contamination of the arctic biosphere. The main pollutants in the region are mercury, lead and cadmium that can come into the body via trophic chains and cause toxic effects. In the paper, nutritional way of mercury intoxication has been shown in habitants of the region for whom marine products are the traditional food. The reference data on the mercury normal content in human biological media are also presented.

We have carried out an own research on the body content of mercury and other toxic elements (lead and cadmium) in some indigenous populations inhabiting Magadan region and Chukotka. Hair samples were chosen as biological samples for elemental analysis. The analysis was performed in the laboratory of Centre for Biotic Medicine (Moscow) by ICP-AES/ICP-MS methods.

Our study revealed no dramatic increase in mercury or other toxic elements in indigenous subjects. An exception was indigenes of the Okhotsk sea coast (Magadan region), who were found to be high in lead. In Kamchadal male examinees of that region the mercury exceeded the baseline level, being however within permissible limits.

Indigenous males and females residing in Magadan city showed a tendency towards high level of mercury as compared to that of Europeans (Caucasians). The ethnic differences might be caused by nutritional differences because of indigenes' seafood preference or genetically determined mercury metabolism.

KEYWORDS: biosphere pollution, indigenes of the North, seafood, mercury.