
ВЗАИМОСВЯЗЬ КОНЦЕНТРАЦИИ РТУТИ, СВИНЦА И КАДМИЯ В ВОЛОСАХ КОРЕННЫХ ЖИТЕЛЕЙ ХАНТЫ-МАНСЬИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА И ИХ СОДЕРЖАНИЯ В МЕСТНЫХ ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ

Т.Я. Корчина

Кафедра госпитальной терапии
Ханты-Мансийский государственный медицинский институт
ул. Розина, 73, Ханты-Мансийск, Россия, 628011

Исследована концентрация Hg, Pb и Cd в волосах взрослого коренного населения Ханты-Мансийского автономного округа и содержание этих токсичных элементов в местных продуктах питания. Обнаружена прямая достоверная корреляционная связь между концентрацией Hg в волосах ханты и ее содержанием в местной рыбе.

В поддержании здоровья, работоспособности, активного долголетия населения важнейшая роль принадлежит полноценному и регулярному снабжению организма человека необходимыми пищевыми веществами: белками, волокнами, витаминами, микроэлементами. Питание должно удовлетворять не только физиологические потребности организма в пищевых веществах и энергии, но и выполнять профилактические и лечебные задачи.

Помимо этого оно должно соответствовать требованиям санитарных норм и правил по допустимому содержанию химических, радиологических, биологических веществ, микроорганизмов, представляющих опасность для здоровья нынешнего и будущего поколений.

Полноценное питание составляет основу жизнедеятельности организма человека и является важным фактором обеспечения резистентности к физическим и химическим агентам окружающей среды [1].

Для современной урбанизированной окружающей среды при нарастающей техногенной нагрузке важным аспектом неблагоприятного влияния на здоровье населения являются алиментарные токсикологические факторы малой интенсивности. Токсикологические риски связаны, прежде всего, с поступлением в пищу вредных чужеродных химических веществ — ксенобиотиков: ядохимикатов, радионуклидов, тяжелых металлов, пестицидов, нитратов, способных вызывать отравления или отдаленные неблагоприятные экологические поражения. Неспецифические биологические эффекты контаминантов пищи связаны с системным нарушением гомеостаза вследствие постепенного повреждения метаболических, нейрогуморальных, иммунных, генетических и других механизмов. Развивающийся синдром снижения резистентности организма приводит к повышению его чувствительности к воздействию факторов окружающей среды, увеличению числа и ухудшению течения многих заболеваний [2].

Согласно выдвинутой концепции В.В. Ковальского [3], накопление химических элементов организмами определяется не только природой их геохимической среды, но и пищевыми цепями, через которые осуществляется связь организмов

и среды (почвообразующие породы, почвы, микроорганизмы, вода, воздух, растения, животные, человек). Очевидно и наличие взаимодействий между минеральными веществами вследствие их лабильности и способности к образованию связей, что может отражаться в форме микроэлементного дисбаланса [4].

Вмешательство человека в окружающую среду обусловило загрязненность продуктов питания токсическими веществами, которые обладают низким природным уровнем при высокой токсичности и риске поступления их в продукты питания. Существенным, если не первостепенным фактором риска для здоровья является контаминация продовольственного сырья и пищевых продуктов различными потенциально опасными химическими веществами.

Продукты питания являются зеркальным отражением окружающей и производственной среды. Чем выше загрязненность окружающей среды, тем выше загрязненность продуктов питания. Основной путь поступления вредных чужеродных химических веществ (ксенобиотиков) в организм человека — пищевой [5]. Значительный вклад в формирование риска здоровью населения вносят ртуть, свинец и кадмий [6].

Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО), входящий в состав Тюменской области, является одним из лидеров среди субъектов Российской Федерации по добыче нефти, выработке электроэнергии и добыче газа. Структура экономики ХМАО имеет ярко выраженную промышленную ориентацию [7]. Уровень урбанизации в ХМАО намного выше, чем в таких северных автономных округах, как Ямало-Ненецкий, Долгано-Ненецкий, Эвенкийский и даже Чукотский. При средней доле городского населения по России 73% в ХМАО он превышает 91%.

ХМАО является исконным местом проживания коренных малочисленных народов Севера — ханты, манси, ненцев. До начала освоения нефтегазовых месторождений на территории ХМАО было развито традиционное хозяйство коренного населения Севера: рыболовство и оленеводство [8]. В период освоения часть территорий была изъята под промышленные нужды. В результате промышленного освоения региона ареал приоритетного природопользования значительно сократился, что поставило малочисленные народы Севера на грань исчезновения [7]. Численность представителей коренных народов Севера, проживающих на территории ХМАО, не превышает 20 000 человек. Но их доля в связи с интенсивным заселением округа приезжими из всех регионов России и ближнего зарубежья постоянно снижалась и ныне составляет около 1,5%. Это самый низкий показатель среди всех автономных округов и национальных республик, относимых к северным [9]. Малочисленные народы в основном размещены в сельской местности, в составе жителей которой существенную долю составляет пришлое население. Большая часть аборигенного населения Тюменского Севера проживает в таежных поселениях — юртах [10].

Известно, что основу рациона питания коренных жителей составляет местная рыба, мясо оленя и, в меньшей степени, лося и ягоды: клюква, брусника, черника [2; 11].

Цель: выявить взаимосвязь между концентрацией ртути, свинца и кадмия в волосах коренных жителей Ханты-Мансийского автономного округа и содержанием этих токсичных химических элементов в местных продуктах питания.

Материал и методы. По наблюдением находились 96 взрослых ханты, среди которых мужчин 35 (36,5%), женщин — 61 (63,5%). Средний возраст — $39,8 \pm 10,7$ лет. Из 96 аборигенов Севера 71 (74,0%) проживали в таежных родовых поселениях — юртах, а 25(26,0%) — в деревне Рускинской, поселках Лямино и Угут.

Известно, что волосы, как никакой другой биологический субстрат, отражают процессы, годами протекающие в нашем организме [4; 12; 13; 14]. В волосах всех обследованных проведено определение содержания ртути, свинца и кадмия в составе 25 химических элементов методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргонной плазмой и масс-спектрометрии (ИСП-АЭС) в Центре биотической медицины (ЦБМ, Москва) [15]. Ввиду того, что распределение значений изучаемых концентраций токсичных химических элементов в волосах в ряде выборок оказалось отличным от нормального, при обработке результатов использовали непараметрические критерии: в таблице в качестве описательных характеристик приведены величины медианы, а также 25 и 75% центильных значений. Средние значения концентраций изученных элементов сравнивали с референтными величинами, используемыми в качестве нормативов в ЦБМ, а также рекомендациями Х. Бертрама [16] с дополнениями А.В. Скального [17].

В Сургутской межрайонной ветеринарной лаборатории (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.21ПЧ20 с 28.09.06 до 28.09.08) инверсионно-вольтамперометрическим методом определения содержания токсичных элементов (ГОСТ Р 51301-99) выявляли концентрацию ртути, кадмия и свинца в 18 образцах местной рыбы, 11 пробах мяса северных животных (олень, лось) и в 9 пробах лесных дикоросов (клюква, брусника, черника). Содержание токсичных химических элементов сравнивали с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) [18]. Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета программ Microsoft Excel 2003 и Statistica 6.

Результаты и обсуждение. В результате исследования волос 96 представителей взрослого коренного населения Тюменского Севера было выявлено следующее.

Среднее содержание ртути было значительно выше референтных значений по Бертраму (табл. 1). Для индивидуальных анализов взрослого аборигенного населения ХМАО характерно превышение нормальных показателей у 94 (97,9%) обследованных лиц, а у половины всех ханты превышение достигало 3—4 степени.

Ртуть — один из самых опасных и высокотоксичных элементов, обладающих способностью накапливаться в организме растений, животных и человека. Выведение избытка ртути из организма составляет от 12 месяцев до 10 лет. Токсичность ртути связывают с ее взаимодействием с SH-группами белков. Блокируя их, ртуть изменяет свойства или инактивирует ряд жизненно важных ферментов. Соединения ртути нарушают обмен белков, витаминов С, В6, Е, кальция, меди, цинка, селена, железа, марганца. Соединения ртути хорошо растворяются в липидах, поэтому легко проникают через альвеолярную мембрану, стенку кишечника, плацентарный барьер, кожу. Описаны нейротоксичность, иммуноток-

сичность, канцерогенность, тератогенность, гематотоксичность ртути. Избыток ртути клинически проявляется поражением нервной, костной, кроветворной систем, снижением иммунитета [19; 20; 21].

Таблица 1

**Концентрация ртути, свинца кадмия в волосах взрослого
коренного населения Ханты-Мансийского автономного округа (мкг/г)**

Химический элемент	Взрослое коренное население ХМАО (n = 96)			
	$M \pm m$	Me	25 ↔ 75	референтные величины 25 ↔ 75
Ртуть	8,95 ± 0,60	7,65	4,51 ↔ 14,00	0,05 ↔ 2,00 ¹
Свинец	1,94 ± 0,22	1,20	0,46 ↔ 2,26	0,38 ↔ 1,40 ²
Кадмий	0,21 ± 0,03	0,08	0,03 ↔ 0,32	0,02 ↔ 0,12 ²

Примечание: ¹ — Bertram, 1992;

² — Скальный, 2003

Средний уровень содержания свинца в волосах обследованных взрослых ханты был, как правило, выше верхней границы нормы, что и было отмечено у 45 (49,5%) обследованных лиц. Для всех регионов России свинец — это основной антропогенный поллютант из группы тяжелых металлов, что связано с высоким промышленным загрязнением и выбросами автомобильного транспорта, работающего на бензине. Механизм токсического действия свинца обусловлен: блокадой функциональных SH-групп белков, что приводит к снижению активности многих жизненно важных ферментов, угнетению синтеза белков; проникновением свинца в нервные и мышечные клетки, образованием соединений, которые создают клеточный барьер для проникновения в нервные и мышечные клетки ионов кальция. Свинец нарушает синтез гема и глобина, вмешиваясь в порфириновый обмен, индуцирует дефекты мембран эритроцитов. Основными мишенями при воздействии свинца являются сердечно-сосудистая, кроветворная, нервная, пищеварительная системы и почки. Отмечено его отрицательное влияние на половую функцию организма [4].

Средние величины концентрации кадмия в волосах взрослых ханты оказались выше нормативов ЦБМ [17]. Кадмий — один из наиболее опасных ядов, поступающих как из профессиональных источников, так и из окружающей среды. Этот химический элемент накапливается внутриклеточно, связываясь с цитоплазматическим и ядерным материалом. Биологический эффект основывается на блокаде сульфгидрильных (SH) групп белков и вытеснении цинка, меди, селена, кальция и железа из их соединений. Кадмий ингибирует сукцинатдегидрогеназу, глутатиондегидрогеназу, оксиредуктазу, тимидинкиназу, каталазу, карбоангидразу, алкогольдегидрогеназу, щелочную и кислую фосфатазы, витамин Д3, функции инсулина, клеточного дыхания, снижает клеточный иммунитет, блокирует синаптическую передачу. При повышенных цитотоксических концентрациях кадмий ингибирует биосинтез ДНК, РНК и белка, индуцирует перекисное окисление липидов, поломки цепей ДНК и хромосомные aberrации. Кадмий вызывает апоптоз различных клеток, особенно лимфоидных, моноцитов, гепатоцитов, клеток мочеполовой системы. Отмечены тератогенный, мутагенный и канцерогенный эффекты кадмия [4; 19; 20].

Выявленное в нашем исследовании значительное превышение референтных величин содержания токсичных химических элементов в волосах коренных жителей ХМАО определило необходимость изучения содержания ртути, свинца и кадмия в местных продуктах питания.

При исследовании речной (стерлядь, сырок, налим, муксун, щука) и озерной (карась, карп, плотва, язь, судак, окунь) рыбы ХМАО было зарегистрировано превышение концентрации ртути в 5 (27,8%) видах озерной рыбы. Превышение концентрации свинца и кадмия не было зафиксировано ни в одной из 18 проб.

Содержание токсичных химических элементов (ртути, свинца и кадмия) в 7 (63,6%) пробах мяса оленя и 4(36,4%) пробах мяса лося, а также в 9 пробах северных лесных ягод (по 3 пробы клюквы, брусники и черники) оказалось значительно ниже ПДК* [18] (табл. 2). Следует подчеркнуть, что во всех исследованных пробах местных продуктов были обнаружены токсичные химические элементы, которые в подавляющем большинстве случаев не превышали предельно допустимые концентрации (табл. 2) [17], но формировали постоянный путь поступления ртути, свинца кадмия в организм людей: известно, что в среднем с продуктами питания в организм человека поступает 65—70% химических элементов, в том числе токсичных [22].

Таблица 2

**Содержание ртути, свинца и кадмия в местных продуктах
Ханты-Мансийского автономного округа (мг/кг)**

Химический элемент	Рыба (n = 18)			
	$M \pm m$	Me	min ↔ max	ПДК*
Ртуть	$0,28 \pm 0,05$	0,26	0,03 ↔ 0,85	0,3
Свинец	$0,29 \pm 0,005$	0,26	0,013 ↔ 0,67	1,0
Кадмий	$0,04 \pm 0,007$	0,03	0,01 ↔ 0,1	0,2
Мясо северных животных (n = 11)				
Ртуть	$0,006 \pm 0,0009$	0,006	0,004 ↔ 0,009	0,03
Свинец	$0,065 \pm 0,008$	0,068	0,009 ↔ 0,099	0,5
Кадмий	$0,012 \pm 0,004$	0,008	0,003 ↔ 0,038	0,05
Лесная ягода (n = 9)				
Ртуть	$0,007 \pm 0,0008$	0,008	0,002 ↔ 0,01	0,02
Свинец	$0,184 \pm 0,022$	0,185	0,09 ↔ 0,28	0,4
Кадмий	$0,012 \pm 0,002$	0,01	0,004 ↔ 0,02	0,03

Примечание: ПДК* — Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПин 2.3.2.1078-01. — М.: ЗАО «РИТ ЭКСПРЕСС», 2002.

Известно, что микроэлементный состав волос отражает повышенный или пониженный уровень содержания тех или иных тяжелых металлов в объектах окружающей среды на территории изучаемой техногенной провинции [12].

Выявленная нами прямая тесная корреляционная связь ($H_{гв} \leftrightarrow H_{гр}$, $r = +0,638$) между концентрацией ртути в волосах ханты и ее содержанием в местной рыбе является свидетельством того, что одним из важнейших путей поступления ртути в организм коренных жителей ХМАО является именно пресноводная рыба из местных озер и рек. Рыба является главным продуктом питания аборигенного населения севера Западной Сибири и употребляется в течение всего года в вареном и сыром виде [11]. Постоянное поступление даже незначительных

количеств этого чрезвычайно опасного токсического элемента приводит к постепенному его накоплению в организме человека.

Вторым токсическим элементом, обладающим способностью накапливаться в организме человека, является свинец.

Таблица 3

Корреляционные связи между концентрацией токсичных химических элементов в волосах ханты и их содержанием в местных продуктах питания

	Hgv	Hgr	Hgm	Hgy	Pbv	Pbr	Pbm	Pby	Cdv	Cdr	Cdm	Cdy
Hgv	1											
Hgr	0,638	1										
Hgm	0,079	0,044	1									
Hgy	0,058	0,016	0,004	1								
Pbv	0,075	0,086	0,009	0,006	1							
Pbr	0,024	0,103	-0,012	0,008	0,096	1						
Pbm	0,048	0,082	0,094	0,014	0,113	0,003	1					
Pby	-0,050	-0,002	0,012	0,103	0,007	0,021	0,006	1				
Cdv	0,097	0,004	-0,009	0,011	0,062	0,007	0,023	0,014	1			
Cdr	0,079	0,131	0,014	0,008	0,004	0,187	0,096	-0,003	0,089	1		
Cdm	-0,023	0,005	0,088	0,006	0,003	0,068	0,154	0,001	0,099	-0,008	1	
Cdy	0,031	-0,005	0,013	0,018	0,009	0,011	0,006	0,128	0,146	0,008	0,011	1

Примечание: в — содержание химического элемента в волосах;
 р — содержание химического элемента в рыбе;
 м — содержание химического элемента в мясе;
 я — содержание химического элемента в ягоде.

Интерес к свинцу в медицине и биологии определяется почти исключительно его свойствами как кумулятивного яда, известного человечеству свыше 4000 лет [23]. Обнаруженные прямые корреляционные связи между концентрацией свинца в волосах ханты и его содержанием в мясе северных животных ($Pbv \leftrightarrow Pbm: r = +0,113$), а также между концентрацией кадмия в волосах аборигенов Севера и содержанием этого токсичного химического элемента в местных дикоросах ($Cdv \leftrightarrow Cdy: r = +0,146$) свидетельствует о поступлении этих токсикантов в организм человека с соответствующими продуктами питания (табл. 3).

Выявленные прямые корреляционные связи между концентрацией токсических химических элементов в рыбе ($Hgr \leftrightarrow Pbr: r = +0,103$; $Hgr \leftrightarrow Cdr: r = +0,131$; $Pbr \leftrightarrow Cdr: r = +0,187$), мясе ($Pbm \leftrightarrow Cdm: r = +0,154$) и лесной ягоде ($Hgy \leftrightarrow Pby: r = +0,102$; $Cdy \leftrightarrow Pby: r = +0,128$) (табл. 3) подтверждают общность путей поступления контаминантов в продукты питания.

Установлено, что конечным звеном миграции токсикантов в природе является человек [22]. Токсичные химические элементы попадают в окружающую среду северного региона с нефтью и нефтепродуктами, при сжигании попутного газа (примерно 25% попутного газа сжигается на факелах [5]), с выбросами двигателей внутреннего сгорания автомобилей.

Антропогенное воздействие на живую природу кардинально меняет окружающую среду. Одним из следствий этого является перераспределение тяжелых металлов в живые объекты, что вызывает серьезную озабоченность своими негативными последствиями для здоровья различных групп населения и нации в целом [4]. До настоящего времени не оценен и не возмещен ущерб, нанесен-

ный интересам коренного населения Севера. Существующие в настоящее время взаимоотношения «представителей современной цивилизации» и аборигенного населения не обеспечивают ни развития, ни даже сохранения культуры коренных этносов в социальном пространстве страны.

Таким образом, важнейшим путем поступления токсичных химических элементов в организм человека, наряду с водным и воздушным, является пищевой. Для сохранения здоровья населения Севера, в том числе и представителей малочисленных коренных народностей, главное значение должен иметь правовой аспект экологической безопасности добычи и транспортировки нефти и нефтепродуктов в северных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Суетова Е.Ю., Сетко Н.П. Биоэлементная обеспеченность рационов питания детей, посещающих детские дошкольные учреждения / Материалы II Международной научно-практической конференции «Биоэлементы» 23—25 января 2007 г. — Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2006. — С. 90—94.
- [2] Азбалин Е.В., Лобанова Л.П., Леханова Е.Н. Алиментарные факторы в формировании здоровья населения Крайнего Севера // Сборник научных трудов ГУ НИИ медицинских проблем Крайнего Севера РАМН за 2006 год. Вып. 4 / Под ред. А.А. Буганова. — Тюмень: Сити-пресс, 2007. — С. 4—16.
- [3] Ковальский В.В. Геохимическая экология. — М.: Наука, 1974.
- [4] Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. — М.: ОНИКС 21 век; Мир, 2004.
- [5] Здоровье населения Ямало-Ненецкого автономного округа: состояние и перспективы / Под ред. А.А. Буганова. — Надым — Омск, 2006.
- [6] Дунаев В.Н., Боев В.М., Шагаев Р.М. и др. Гигиеническая оценка формирования риска здоровью при воздействии металлов и их соединений // Вестник Оренбургского государственного университета. Приложение «Биоэлементы». — 2006. — № 12 (62). — С. 89—92.
- [7] Информационный бюллетень «О состоянии окружающей среды Ханты-Мансийского автономного округа — Югры в 2003 году». — Ханты-Мансийск: НЦП Мониторинг, 2004.
- [8] Бахлыков П. Юганские ханты: история, быт, культура. — Тюмень: СофтДизайн, 1996.
- [9] Постановление правительства ХМАО от 18.09.2003 № 387-П «О концепции демографической политики ХМАО на период до 2015 года».
- [10] Шестакова Г.Н. Состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем у коренного населения ханты севера Тюменской области: Автореф. дис. ... кан. мед. наук. — Тюмень, 2004.
- [11] Кулемзин В.М., Лукина Н.В. Знакомьтесь: ханты. — Новосибирск: Наука, 1992.
- [12] Агаджанян Н.А., Скальный А.В. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека. — М.: Изд-во КМК, 2001.
- [13] Ren Y., Zhang Z. Diagnosis of lung cancer based on metal contents in serum and hair using multivariate statistical methods // Talanta. — 1997. — Vol. 44. — P. 1823—1831.
- [14] Скальная М.Г., Нотова С.В. Макро- и микроэлементы в питании современного человека: эколого-физиологические и социальные аспекты. — М.: РОСМЭМ, 2004.
- [15] Подунова Л.Г., Скачков В.Б., Скальный А.В. Методика определения микроэлементов в диагностируемых биосубстратах атомной спектрометрией с индуктивно связанной аргонной плазмой // Методические рекомендации. Утверждены ФЦГСЭН МЗ РФ 29.01.2003. — М.: ФЦГСЭН МЗ РФ, 2003.

- [16] *Bertram H.P.* Spurenelemente. Analytik, Oekotoxikologische und medizinisch-klinische Bedeutung. — Muenchen, Wien, Baltimore: Urban und Schwarzenberg, 1992.
- [17] *Скальный А.В.* Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС (АНО Центр биотической медицины) // Микроэлементы в медицине. — 2003. — Т. 4. — Вып. 1. — С. 55—56.
- [18] Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПин 2.3.2.1078-01. — М.: РИТ ЭКС-ПРЕСС, 2002.
- [19] *Морозкина Т.С., Мойсеев А.Г.* Витамины и микроэлементы. — Минск: Асар, 2002.
- [20] *Ребров В.Г., Громова О.А.* Витамины и микроэлементы. — М.: АЛЕВ-В, 2003.
- [21] *Moszczynski P.* Mercury compounds and immune system: a review // Int. J. Occup. Med. and Environ. Health. — 1997. — Vol. 10. — № 3. — P. 247—258.
- [22] *Русакова Н.В., Завистяева Т.Ю.* Геохимические провинции страны и здоровье населения // Гигиена и санитария. — 2006. — № 5. — С. 100—102.
- [23] *Боев В.М., Куксанов В.Ф., Быстрых В.В.* Химические канцерогены среды обитания и злокачественные новообразования. — М.: Медицина, 2002.

**CORRELATION BETWEEN CONCENTRATION Hg, Pb
AND Cd IN ADULT NATIVE INHABITANT' HAIR
OF KHANTY-MANSIISK AUTONOMOUS REGION
AND CONCENTRATION THE SAME CHEMICAL ELEMENTS
IN NATIVE PRODUCTS**

T.Ya. Korchina

Subfacolty of hospital therapy
Khanty-Mansiysk State Medical Institute
Roznina str., 73, Khanty-Mansiysk, Russia, 626011

Abstract: Concentration Hg, Pb and Cd in adult native inhabitant' hair of Khanty-Mansiisk autonomous region and concentration the same chemical elements in native products was investigated. The direct reliable correlation connection between concentration Hg in khanty' hair and concentration Hg in local fish was found.