

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС ВЗРОСЛЫХ НЕКОРЕННЫХ ЖИТЕЛЕЙ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

© 2019 г. Т. Я. Корчина, В. И. Корчин, А. С. Сухарева, О. А. Сафарова, К. А. Черепанова,
А. Б. Богданович, М. И. Шарифов, С. С. Нехороших

БУ ВО ХМАО – Югры «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия», г. Ханты-Мансийск

Цель работы – изучить элементный статус взрослых некоренных жителей Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО). *Методы.* Рассмотрен элементный состав волос 1 211 взрослых некоренных жителей ХМАО: 348 (28,7 %) мужчин и 863 (71,3 %) женщин в возрасте от 18 до 60 лет. В волосах всех обследованных лиц комбинацией методов АЭС-ИСП и МС-ИСП определяли концентрацию 25 химических элементов. Полученные результаты сравнивали с референтными величинами для соответствующего возраста. *Результаты.* В обеих группах большинство средних величин концентрации химических элементов в волосах находилось в диапазоне физиологически оптимальных значений. Концентрация Mn превышала верхнюю границу у мужчин в 1,5 раза, а у женщин – в 1,7 раза, Mg – у женщин в 1,4 раза и Hg – у мужчин в 1,4 раза. У четверти мужчин и пятой части женщин отмечался дефицит Ca; у 26,4 % мужчин и 23,7 % женщин – I. Превышение Mg выявлено у 38,8 % мужчин и почти половины женщин; превышение Mn – у половины мужчин и 63,6 % женщин. У четверти населения ХМАО обнаружен дефицит I; у четверти мужчин и более чем 40 % женщин – дефицит Se. Избыток Zn в волосах выявлен у 44,3 % мужчин и 34,5 % женщин, а Hg – у четверти мужчин и 10 % женщин. *Выводы.* Относительно благополучная картина элементного статуса жителей ХМАО свидетельствует об отсутствии в округе серьезных экологических проблем и отражает высокий уровень потребления и, вероятно, доступности качественных медицинских услуг населению. Среди женщин детородного возраста нужно пропагандировать необходимость снижения пищевой нагрузки Hg с целью уменьшения риска отрицательных эффектов на развитие плода при беременности.

Ключевые слова: северный регион, некоренное население, элементный статус, волосы

ELEMENTAL STATUS OF ADULT NON-INDIGENOUS POPULATION OF KHANTY-MANSI AUTONOMOUS REGION

T. Ya. Korchina, V. I. Korchin, A. S. Sukhareva, O. A. Safarova, K. A. Cherepanova,
A. B. Bogdanovich, M. I. Sharifov, S. S. Nekhoroshikh

Khanty-Mansiysk State Medical Academy, Khanty-Mansiysk, Russia

The aim of the work is to study the elemental status of adult non-indigenous residents of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug. *Methods.* The elemental composition of the hair was examined in 1 211 adult non-indigenous inhabitants of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug: 348 (28.7 %) men and 863 (71.3 %) women aged 18 to 60 years. In the hairs of all examined individuals, the concentration of 25 chemical elements was determined by a combination of ICP- AES and MS-ICP methods. The results obtained were compared with reference values for the corresponding age. *Results.* In both groups, most of the average values of the concentration of chemical elements in the hair were in the range of physiologically optimal values. Mn concentration exceeded the upper limit in men by 1.5 times and in women by 1.7 times, Mg in women by 1.4 times and Hg in men by 1.4 times. A quarter of men and a fifth of women had Ca deficiency; in 26.4 % of men and 23.7 % of women - I. Mg excess was detected in 38.8 % of men and almost half of women; Mn excess - in half of men and 63.6 % of women. A quarter of the population of Khanty-Mansi Autonomous Okrug has I deficiency; a quarter of men and more than 40 % of women have Se deficiency. Zn excess in the hair was detected in 44.3 % of men and 34.5 % of women, and Hg in a quarter of men and 10 % of women. *Conclusions.* The relatively favorable picture of the elemental status of Khanty-Mansi Autonomous Okrug residents indicates the absence of serious environmental problems and reflects the high level of consumption and, probably, the availability of high quality medical services. Among women of childbearing age, the need to reduce the nutritional load of Hg should be promoted in order to reduce the risk of negative effects on fetal development during pregnancy.

Key words: Northern region, non-indigenous population, elemental status, hair

Библиографическая ссылка:

Корчина Т. Я., Корчин В. И., Сухарева А. С., Сафарова О. А., Черепанова К. А., Богданович А. Б., Шарифов М. И., Нехороших С. С. Элементный статус взрослых некоренных жителей Ханты-Мансийского автономного округа // Экология человека. 2019. № 10. С. 33–40.
Korchina T. Ya., Korchin V. I., Sukhareva A. S., Safarova O. A., Cherepanova K. A., Bogdanovich A. B., Sharifov M. I., Nekhoroshikh S. S. Elemental Status of Adult Non-Indigenous Population of Khanty-Mansi Autonomous Region. *Ecologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2019, 10, pp. 33-40.

Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО) занимает центральную часть Западно-Сибирской равнины, протянувшись с запада на восток почти на 1 400 км — от Уральского хребта до Обско-Енисейского водораздела. Граничит с Ямало-Ненецким автономным округом, Красноярским краем, Томской, Тюменской,

Свердловской областями и Республикой Коми. С севера на юг округ простирается приблизительно на 800 км, располагаясь в промежутке между 58°30' и 65°30' северной широты. Протяжённость границ округа составляет 4 750 км [16].

Ханты-Мансийский автономный округ, входящий

в состав Тюменской области, является экономически самодостаточным регионом-донором. Основной нефтегазоносный район России и один из крупнейших нефтедобывающих регионов мира. Занимает 3-е место в «рейтинге социально-экономического положения регионов России», а также 2-е место по масштабу экономики в России (уступая лишь Москве).

Специфика экономики округа связана с открытием здесь богатейших нефтяных и газовых месторождений. В Югре добывается 60 % российской нефти. В отраслевой структуре промышленной продукции нефтегазодобывающая промышленность составляет 89,4 %, электроэнергетика – 5,5 %, машиностроение и металлообработка – 2,4 %, газоперерабатывающая – 1,6 %, лесозаготовительная и деревообрабатывающая – 0,24 %, производство строительных материалов – 0,24 %, пищевая – 0,17 %, нефтеперерабатывающая – 0,1 %.

Помимо нефти и газа в округе добывается россыпное золото, жильный кварц и коллекционное сырье. Открыты месторождения бурого и каменного угля. Кроме того, обнаружены залежи железных руд, меди, цинка, свинца, ниобия, тантала, проявления бокситов и др. Находятся в стадии подготовки к разработке месторождения декоративного камня, кирпично-керамзитовых глин, песков строительных [17].

Техногенная нагрузка на территорию ХМАО обусловлена развитием нефтегазодобывающего комплекса и расширением инфраструктуры городов автономного округа. Агрессивное техногенное воздействие на экосистему, связанное с добычей нефти и газа, геологоразведкой, наносит колоссальный ущерб уникальной природе округа. Происходит загрязнение земель нефтью и нефтепродуктами, буровыми отходами, минерализованными водами. Большую опасность представляет сжигание попутного нефтяного газа в факелах, продукты сгорания которого выпадают на почву и попадают в воду [8].

На формирование климата ХМАО существенно влияют защищенность территории с запада Уральским хребтом и ее открытость с севера, способствующая проникновению холодных арктических масс. Зима суровая и продолжительная с устойчивым снежным покровом, лето короткое и сравнительно тёплое [16]. Сочетание колебаний температуры и атмосферного давления, высокой относительной и низкой абсолютной влажности, жесткого ветрового режима, значительных изменений солнечной активности, флюктуации геомагнитных полей, выраженной фотопериодичности, а также УФ-дефицита обуславливают особую структуру климата северных регионов. По совокупности климатических характеристик территории Севера в целом отнесены к зоне дискомфортных природно-климатических условий проживания с элементами выраженной экстремальности по ряду показателей, которые вызывают напряжение в деятельности многих функциональных систем организма человека [3,15].

Национальный состав населения округа: 66,1 % — русские, 8,6 % — украинцы, 7,5 % — татары,

1,2 % — ханты, 0,7 % — манси, 0,1 % — ненцы, 15,8 % — другие национальности.

Учитывая то обстоятельство, что более 98 % населения ХМАО составляют некоренные жители, несомненный интерес представляло изучение обеспеченности химическими элементами пришлого населения округа.

Цель — изучение элементного статуса взрослого коренного населения Ханты-Мансийского автономного округа.

Методы

Обследовано 1 211 взрослых некоренных жителей ХМАО (20–60 лет), проживающих в городах Сургуте, Ханты-Мансийске, Когалыме, Нижневартовске, Нягани и Сургутском районе. Среди обследованных лиц 348 (28,3 %) мужчин и 863 (71,3 %) женщины, не занятые в производственной сфере.

Методами атомной эмиссионной спектрометрии (АЭС-ИСП) и масс-спектрометрии (МС-ИСП) с индуктивно связанной аргоновой плазмой на приборах Optima 2000 DV и ELAN 9000 (Perkin Elmer Corp., США) в АНО «Центр биотической медицины» (г. Москва) в волосах определяли концентрацию 25 химических элементов — «жизненно необходимых»: йода (I), кальция (Ca), кобальта (Co), хрома (Cr), меди (Cu), железа (Fe), калия (K), магния (Mg), марганца (Mn), натрия (Na), фосфора (P), селена (Se), кремния (Si), цинка (Zn) и «условно эссенциальных и токсичных элементов»: алюминия (Al), мышьяка (As), бора (B), бериллия (Be), кадмия (Cd), ртути (Hg), лития (Li), никеля (Ni), свинца (Pb), стронция (Sr), ванадия (V) [6]. Правомерность и эффективность использования волос для оценки элементного статуса организма в целом доказана результатами нескольких международных координационных программ, выполненных под эгидой Международного агентства по атомной энергии. Элементный состав волос отражает поступление химических элементов в прошлом и, в отличие от крови, не подвержен суточным колебаниям, что показательно при установлении хронического дефицита и избытка определенных макро- и микроэлементов в организме. Концентрация химических элементов в волосах наиболее полно отражает их тканевое содержание и хорошо коррелирует с элементным профилем внутренней среды организма. Химический состав волос — интегральный показатель, минимально подверженный изменениям, что определяет их ценность как долговременного показателя элементного статуса, особенно на стадии донологической диагностики [11, 23].

В качестве референтных величин концентраций элементов использованы среднероссийские показатели [10]. Полученный цифровой материал обрабатывали с использованием программы MS Excel и STATISTICA 8.0. Вычисляли среднюю арифметическую (M), среднее квадратическое отклонение (σ), стандартное отклонение (SD), медиану (Me), в качестве мер рассеивания параметров с ненормаль-

ным распределением и наличием ряда экстремальных значений использовали 25-й и 75-й перцентили.

Результаты

В табл. 1 показано содержание химических элементов в волосах мужского и женского пришлого населения ХМАО, проживающего в различных населенных пунктах округа.

Обращает на себя внимание, что в обеих исследуемых группах подавляющее большинство средних величин концентрации химических элементов в волосах находилось в диапазоне физиологически оптимальных значений для лиц соответствующего возраста [10]. Однако среднее значение концентрации Mn как у мужчин, так и у женщин северного региона превышало верхнюю границу оптимальной концентрации данного химического элемента: в группе мужчин почти в 1,5 раза, а в группе женщин – в 1,7 раза.

Среднее арифметическое содержания Mg в волосах женского населения оказалось выше верхнего предела оптимальных значений почти в 1,4 раза, в то время как у мужчин величина среднего содержания этого биоэлемента располагалась в диапазоне референтных показателей (см. табл. 1).

Важно отметить, что как среднее арифметическое, так и медиана концентрации Hg в волосах мужского населения ХМАО оказалась выше верхней границы физиологической нормы: M – в 1,4 раза, а Me – в 1,3 раза, в то время как подобные показатели у женского населения округа соответствовали оптимальным значениям.

Средние величины содержания Se в волосах обеих обследуемых групп северного региона располагались в пределах референтных значений, но значительно ближе к нижней границе физиологически оптимальных показателей для лиц соответствующего возраста (см. табл. 1).

В табл. 2 показана встречаемость отклонений от физиологической нормы показателей концентрации в волосах химических элементов у обследуемых лиц северного региона.

Среди эссенциальных химических элементов значимыми отклонениями от физиологической нормы явились следующие:

– более чем у четверти мужчин и пятой части женщин ХМАО отмечался дефицит содержания Ca в волосах различной степени выраженности;

Таблица 1

Содержание химических элементов в волосах взрослых некоренных жителей Ханты-Мансийского автономного округа, мг/кг

Элемент	Взрослые некоренные жители n = 1211			
	Мужчины n = 348		Женщины n = 863	
	M±σ (SD)	Me (25↔75)	M±σ (SD)	Me (25↔75)
Al	6,56±0,42 (10,57)	5,12 (3,82↔7,89)	5,86±0,55 (8,94)	4,15 (3,4↔5,7)
As	0,050±0,007 (0,075)	0,06 (0,02↔0,07)	0,040±0,002 (0,068)	0,03 (0,02↔0,05)
B	0,760±0,058 (0,81)	0,71 (0,53↔1,02)	0,680±0,073 (0,56)	0,59 (0,38↔0,81)
Be	0,0003±0,0001 (0,0002)	0,0003 (0,0001↔0,0004)	0,0002±0,0001 (0,0002)	0,0002 (0,0001↔0,0003)
Ca	529,4±78,9 (412)	486 (298↔642)	1238,0±102,4 (956)	764 (582↔1695)
Cd	0,050±0,023 (0,04)	0,04 (0,015↔0,06)	0,02±0,01 (0,01)	0,02 (0,013↔0,04)
Co	0,060±0,008 (0,071)	0,03 (0,02↔0,07)	0,080±0,009 (0,106)	0,042 (0,03↔0,09)
Cr	0,55±0,03 (0,53)	0,42 (0,31↔0,62)	0,46±0,02 (0,43)	0,39 (0,28↔0,57)
Cu	12,80±0,59 (7,9)	12,3 (10,5↔14,3)	15,4±1,0 (8,9)	13,6 (10,8↔16,9)
Fe	34,5±4,2 (51,4)	18,9 (12,2↔43,9)	28,6±3,8 (48,7)	15,9 (11,3↔38,4)
Hg	1,40±0,08 (1,2)	1,3 (0,75↔2,09)	0,98±0,07 (0,8)	0,72 (0,48↔1,5)
I	4,18±0,69 (19,5)	1,27 (0,64↔1,55)	3,48±0,51 (18,5)	1,09 (0,63↔1,46)
K	125,4±10,2 (215)	92 (48,3↔211)	80,80±7,62 (149)	81 (44,5↔186)
Li	0,032±0,003 (0,03)	0,02 (0,01↔0,03)	0,038±0,006 (0,03)	0,03 (0,01↔0,04)
Mg	117,8±18,4 (794)	86,5 (45,4↔119,6)	276,5±25,2 (218,4)	163,6 (118↔392)
Mn	2,88±0,23 (2,45)	2,3 (1,1↔4,5)	3,39±0,26 (2,8)	2,96 (0,98↔6,89)
Na	382,0±75,8 (338,7)	196 (137↔689)	317,0±62,3 (264,5)	174 (121↔489)
Ni	0,47±0,04 (0,31)	0,34 (0,18↔0,53)	0,36±0,03 (0,24)	0,22 (0,16↔0,35)
P	166,0±3,8 (32)	157 (137↔179)	163,0±2,9 (27,6)	143 (113↔169)
Pb	1,04±0,10 (0,88)	0,63 (0,26↔1,15)	0,67±0,07 (0,54)	0,52 (0,25↔0,7)
Se	0,44±0,02 (0,37)	0,41 (0,2↔0,5)	0,33±0,01 (0,25)	0,34 (0,18↔0,4)
Si	45,9±4,4 (53,6)	35,0 (22,8↔63,9)	52,3±4,8 (56,1)	42,3 (31,4↔69,1)
Sn	0,160±0,012 (0,15)	0,12 (0,07↔0,2)	0,250±0,056 (0,18)	0,16 (0,07↔0,31)
V	0,08±0,01 (0,05)	0,05 (0,04↔0,09)	0,06±0,01 (0,04)	0,04 (0,03↔0,08)
Zn	220,0±11,8 (96)	196 (172↔245)	265,6±10,4 (131)	228 (196↔282)

Таблица 2

Встречаемость отклонений от нормы по результатам элементного анализа волос у взрослых некоренных жителей Ханты-Мансийского автономного округа, абс/‰

Элемент	Взрослые некоренные жители n = 1211			
	Мужчины n = 348		Женщины n = 863	
	Повышено	Понижено	Повышено	Понижено
Al	6/1,72	–	10/1,15	–
As	–	–	–	–
B	9/2,58	–	5/0,46	–
Be	–	–	–	–
Ca	39/11,2	96/27,58	92/10,66	198/22,94
Cd	10/2,87	–	11/1,27	–
Co	21/6,03	27/7,75	11/3,16	48/5,56
Cr	18/5,17	20/5,74	40/4,63	102/11,81
Cu	23/6,60	47/13,5	141/16,33	152/17,61
Fe	49/14,08	32/9,19	92/10,66	101/11,7
Hg	88/25,28	–	85/9,84	–
I	18/5,17	92/26,43	32/3,70	205/23,75
K	61/17,52	76/21,83	121/14,02	132/15,29
Li	7/1,72	1/0,28	–	8/0,92
Mg	95/27,29	49/14,1	293/33,95	115/13,32
Mn	181/52,01	2/0,57	549/63,61	3/0,34
Na	47/13,5	39/11,2	136/15,75	49/5,67
Ni	–	–	2/0,23	–
P	25/7,18	15/4,31	69/7,99	159/18,42
Pb	14/4,02	–	19/2,20	–
Se	5/1,43	87/25,0	9/1,04	351/40,67
Si	37/10,63	34/9,77	111/12,86	33/3,82
Sn	–	–	7/0,81	–
V	5/1,43	–	8/0,92	–
Zn	154/44,25	31/8,9	298/34,53	97/11,23

– недостаточность обеспеченности I характеризовала элементный статус 92 (26,43 %) мужчин и 205 (23,75 %) женщин;

– превышение концентрации Mg в волосах было выявлено у 95 (27,29 %) мужчин и более чем у трети женщин округа;

– самые значительные отклонения от оптимальных значений были выявлены нами в отношении эссенциального микроэлемента Mn: более чем у половины мужского населения ХМАО и 549 (63,61 %) женщин обнаружено превышение концентрации элемента в волосах (см. табл. 2);

– у четвертой части обследованных лиц ХМАО выявлен дефицит эссенциального микроэлемента I различной степени выраженности;

– у четверти мужчин и более чем 40 % женщин северного региона выявлен дефицит различной степени выраженности жизненно важного элемента Se;

– у 154 (44,25 %) мужчин севера Западной Сибири и 298 (34,53 %) женщин зафиксировано избыточное содержание в волосах эссенциального микроэлемента Zn.

Из токсичных химических элементов нами была выявлена только Hg в избыточной концентрации у четвертой части мужчин ХМАО и у 85 (9,84 %) женщин. Остальные токсичные и условно токсичные химические элементы представлены весьма незначительными отклонениями в сторону как избытка, так и дефицита в обеих исследуемых группах населения региона (см. табл. 2).

Обсуждение результатов

В процессе жизнедеятельности человек постоянно взаимодействует со средой обитания, получая из нее необходимые питательные вещества и подвергаясь негативному влиянию множества химических, физических и биологических факторов. Комплексное воздействие факторов среды обитания на организм человека вызывает повышенные риски здоровью населения, проявляющиеся в дополнительной заболеваемости и смертности [5].

Сохранение здоровья населения в экстремальных условиях Севера является актуальной задачей нашего времени, особенно в связи с возрастанием социальной значимости этого региона, богатого сырьевыми ресурсами.

Один из ключевых вызовов устойчивому развитию России на долгосрочную перспективу – загрязнение окружающей среды, в которое весомый вклад вносят химические факторы. Проживание и работа в условиях повышенной экспозиции химических веществ и соединений является фактором риска изменений и нарушений регуляторных и адаптивных систем (иммунной и нейроэндокринной). Указанные системы оказывают взаимные регуляторные влияния и выступают соучастниками в адаптации организма к внешнесредовым факторам риска, в том числе и химической природы. При этом воздействие данных факторов может приводить к срыву адаптационных механизмов и нарушению взаимосвязей между регуляторными системами.

Биогеохимическая среда, отражающая интегральное воздействие природно-техногенных факторов, оказывает определяющее влияние на уровень макро- и микроэлементов в организме человека. Одним из эффективных путей поддержания здоровья является раннее выявление лиц, находящихся в пограничных состояниях (на грани нормы и патологии) и проведение профилактических мероприятий.

Многочисленными авторами установлено, что практическая значимость сведений об особенностях элементного портрета жителей отдельных регионов крайне важна для понимания причин распространения экзозависимых заболеваний и демографической ситуации в регионе. Формирование элементного состава организма диктуется его текущей физиологической потребностью в макро- и микроэлементах, а также подвергается значительному влиянию биогеохимических факторов и степени техногенной нагрузки окружающей среды [11].

В последнее время все больший интерес представляет исследование волос для выявления состояния

обмена микроэлементов в организме и токсического воздействия отдельных тяжелых металлов. Волосы — «минеральный образ», который пропорционален составу всего организма. Определение химических элементов в волосах служит объективным показателем состояния организма. Волосы имеют ряд преимуществ по сравнению с другими биосубстратами: неинвазивность метода, простота забора материала, возможность хранения при комнатной температуре в течение неограниченного времени, более высокая концентрация микроэлементов по сравнению с другими биообъектами (кровь, моча). Известно, что волосы как никакой другой биологический субстрат отражают процессы, годами протекающие в нашем организме, и поэтому могут служить средством диагностики ряда заболеваний, связанных с нарушениями элементного обмена [11, 23].

Полученные результаты (см. табл. 1, 2) существенно отличаются от данных по другим субъектам Уральского федерального округа тем, что у жителей ХМАО относительно более высокие медианы не токсикантов или условно эссенциальных микроэлементов, а жизненно важных макро- и микроэлементов на фоне более низких медиан многих опасных для здоровья химических элементов. В то же время снижены медианы токсикантов Cd, V, As, Al [17].

Химический состав биологических объектов, в том числе человека, во многом зависит от биогеохимических особенностей региона. Поскольку перенос в водной среде — одна из основных форм миграции химических элементов, важным фактором здоровья населения является качество природных вод [1]. Северные районы Западной Сибири отличаются низким качеством природных вод, по некоторым показателям хронически не соответствующим санитарно-гигиеническим нормам [9].

В нашем исследовании примерно у четверти обследованных лиц из числа взрослого некоренного населения ХМАО выявлен дефицит Ca, что имеет несколько причин:

- недостаточное потребление главного пищевого источника Ca — молочных продуктов [11];

- широко распространенный дефицит витамина D (важнейшего регулятора кальциевого баланса организма) [2];

- употребление ультрапресной мягкой воды. Доказано, что физиологическую полноценность питьевой воды отражает не столько максимально допустимое содержание солей и их компонентов, сколько их минимально необходимые и оптимальные концентрации. Питьевая вода является незаменимым источником эссенциальных макроэлементов, присутствующих в воде в виде биологически доступных и легко всасываемых двухвалентных ионов. Это справедливо прежде всего в отношении Ca и Mg. Установлено, что водоснабжение ХМАО осуществляется за счет слабоминерализованных мягких вод с низким содержанием солей Ca и Mg (значительно ниже ПДК в 7, 10 раз) [7–9].

Логично было бы предположить и распространение дефицита Mg — второго щелочноземельного металла, определяющего жесткость воды. Однако для всего населения ХМАО, особенно женского, характерны высокие показатели частоты избытков Mg (см. табл. 1, 2) — жизненно важного макроэлемента, отражающего, как правило, высокий уровень потребления качественной растительной пищи [17].

Качество подземных вод ХМАО не соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01, что обусловлено также повышенным природным содержанием Fe и Mn и связанных с ними отклонениями по цветности, мутности и пр. Из всех населенных пунктов округа только города Сургут и Ханты-Мансийск обеспечены качественной питьевой водой: подземная вода подвергается безреагентной обработке, обезжелезиванию методом «глубокой» аэрации и обеззараживанию на установках ультрафиолетового излучения. В остальных городах и поселках округа вода из артезианских скважин подвергается лишь обеззараживанию гипохлоритом кальция [7]. Учитывая то обстоятельство, что подавляющее большинство обследованных нами лиц проживали именно в Сургуте и Ханты-Мансийске, отклонения по Fe как в сторону повышения, так и в сторону понижения в обеих группах обследованных лиц ХМАО незначительны (см. табл. 2). Совсем по-другому выглядела обеспеченность микроэлементом Mn: среднее значение концентрации Mn как у мужчин, так и у женщин превышало верхнюю границу референтных величин (см. табл. 1), а превышение концентрации элемента различной степени выраженности характеризовало элементный статус большинства обследованных лиц региона (см. табл. 2). Несмотря на тот факт, что Mn является эссенциальным элементом, входящим в структуру ряда ферментов [12], при избыточном воздействии данный металл проявляет нейротоксические свойства [21, 27].

Сегодня в Российской Федерации не существует территорий, на которых население не подвергалось бы риску развития йоддефицитных заболеваний (от Центральных областей до Сахалина), в питании населения отмечается дефицит I той или иной степени выраженности. В нашем исследовании примерно четвертая часть испытуемых имели йоддефицит различной степени выраженности (см. табл. 2).

Йод относится к эссенциальным элементам и влияет на обмен белков, жиров, углеводов, а также контролирует баланс процессов синтеза и катаболизма в организме [13, 29], участвует в построении гормонов щитовидной железы, исключительно важен для репродуктивной системы у женщин [18, 26, 28].

Существенно подчеркнуть, что особенно остро проявляются нарушения, связанные с дефицитом I, именно в условиях Севера. Здесь происходит наложение многих неблагоприятных факторов: жестких климатических условий, негативного влияния антропогенной среды и природного дефицита I [8]. Доказано, что синергистом I является Se, участвующий в метаболизме гормонов щитовидной железы в качестве компонента дейодиназ (семейство селеноэнзимов).

Итак, дефицит Se утяжеляет нарушения, обусловленные дефицитом I. Установлено, что недостаточность Se оказалась характерной для четверти мужчин ХМАО и более чем для 40 % женщин (см. табл. 2).

Одной из важнейших функций Se является его участие в антиоксидантной системе организма человека, поскольку этот элемент входит в состав глутатионпероксидазы, глицинредуктазы, цитохрома С [22]. При дефиците Se в рационе питания в организме могут возникать следующие изменения: снижение иммунитета, болезни кожи, волос и ногтей, атеросклероз, репродуктивная недостаточность, замедление роста, заболевания легких [11]. Исследованиями установлено, что поступление Se в организм человека зависит от содержания его в почвах [30]. Географическое положение ХМАО формирует две особенности региона. Во-первых, суровые климатические условия определяют отсутствие собственной базы для развития растениеводства, вследствие чего в ХМАО используют преимущественно привозные продукты питания. Во-вторых, заболоченность местности предполагает низкий уровень усвоения пастбищными растениями Se, биодоступность которого в почвах ограничена при кислых рН и высокой влажности [8].

В лаборатории пищевой токсикологии ГУ НИИ питания РАМН (г. Москва) было определено содержание Se: в объектах окружающей среды ХМАО (почва, укос трав, питьевая вода); в привозных продуктах питания (мука пшеничная, хлеб, куриные яйца, сухое молоко, мясо домашних животных: свинина, говядина, конина); в местных продуктах питания (рыба, мясо северных животных: оленя, лося). Установлено, что по содержанию Se в объектах окружающей среды, а также местных и привозных продуктах питания округ характеризуется умеренным его дефицитом в пищевых цепях [8].

В волосах взрослого некоренного населения ХМАО отмечен максимальный для Уральского федерального округа показатель превышения верхнего уровня содержания эссенциального микроэлемента Zn (44,25 % у мужчин и 34,53 % у женщин), что следует отнести к положительному факту, учитывая его низкую токсичность, а главное, жизненную важность: микроэлемент участвует в цитозольной защите от окислительного стресса (активность супероксиддисмутазы), активирует клеточные компоненты врожденного иммунитета (интенсивность фагоцитоза макрофагами и нейтрофилами, активность НК-клеток) и пр. [20]. Максимальная частота избытка элемента у населения ХМАО отражает высокий уровень потребления животной высокобелковой пищи (мясо, рыба), что согласуется с высоким уровнем доходов населения [17].

ХМАО — Югра — основная топливно-энергетическая база России. Вследствие высокой степени разведанности углеводородного сырья экологическое состояние территории обусловлено, в основном, спецификой нефтегазодобывающей отрасли. Массовая добыча нефти предполагает большие доходы для экономики страны, но для населения создает неизбежные

экологические проблемы. Мировой опыт показывает, что около 2 % от всего количества добытой нефти попадает в окружающую среду, загрязняя поверхностные и подземные воды, почву, что ведёт к трансформации растительного и животного мира [8]. Известно, что микроэлементный состав волос отражает повышенный или пониженный уровень содержания тех или иных тяжёлых металлов и токсичных химических элементов в объектах окружающей среды на территории изучаемого техногенного региона. В этой связи логично было бы ожидать широкой распространенности избыточной концентрации в волосах тяжелых металлов и токсичных химических элементов у населения урбанизированного нефтегазодобывающего региона. Однако нами было выявлено только избыточное накопление Hg в волосах у четверти мужского населения ХМАО и примерно у 10 % женского (см. табл. 2). Это обусловлено в первую очередь многократным увеличением объемов рекультивационных работ, что, несомненно, дало свои результаты: нефтяное загрязнение почв по итогам мониторинга в 2011 году проявлялось довольно слабо. Отношение среднего значения к фоновому уровню составило 0,7, что говорит о незначительной загрязненности на участках мониторинга [4]. По мнению А. В. Скального, М. Ф. Киселёва [17], относительное превышение показателя распространенности избытка Hg у населения ХМАО может быть обусловлено относительно высоким уровнем потребления рыбы и морепродуктов, что вполне объяснимо, если принимать во внимание самый высокий уровень доходов жителей округа.

Итак, уровень и соотношение в организме человека определенных микроэлементов — индикатор его здоровья или (пред)болезни. Нормализация элементного обмена — выведение из организма токсичных элементов и восполнение недостатка эссенциальных элементов — является лечебно-профилактическим средством устранения микроэлементозов и профилактики развития заболеваний [19, 25].

В Российской Федерации среди стратегических рисков, представляющих угрозу безопасности государства, одно из первых мест занимают риски здоровью населения. Разработка системного подхода к формированию научной платформы «профилактическая среда» как основы общественного здоровья является одним из приоритетных направлений инновационного развития здравоохранения России, закрепленного в «Стратегии развития медицинской науки Российской Федерации до 2025 года» [14].

Таким образом, относительно благополучная картина элементного статуса жителей ХМАО свидетельствует об отсутствии в округе серьезных экологических проблем в плане загрязнения среды обитания металлами-токсикантами [24], а также отражает высокий уровень потребления и, вероятно, доступности качественных медицинских услуг населению. Среди женщин детородного возраста нужно пропагандировать необходимость снижения пищевой нагрузки Hg с целью уменьшения риска отрицательных эффектов на развитие плода при беременности [17].

Список литературы

1. Бобун И. И., Иванов С. И., Унгуряну Т. Н., Гудков А. Б., Лазарева Н. К. К вопросу о региональном нормировании химических веществ в воде на примере Архангельской области // Гигиена и санитария. 2011. № 3. С. 91–95.
2. Громова О. А., Торшин И. Ю. Витамин D – смена парадигмы / под ред. акад. РАН Е. И. Гусева, проф. И. Н. Захаровой. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. 576 с.
3. Гудков А. Б., Попова О. Н., Никанов А. Н. Адаптивные реакции внешнего дыхания у работающих в условиях Европейского Севера // Медицина труда и промышленная экология. 2010. № 4. С. 24–27.
4. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2011 году. Ханты-Мансийск, 2012. 132 с.
5. Зайцева Н. В., Трусов П. В., Шур П. З., Кирьянов Д. А., Чигвинцев В. М., Цинкер М. Ю. Методические подходы к оценке риска воздействия разнородных факторов среды обитания на здоровье населения на основе эволюционных моделей // Анализ риска здоровью. 2013. № 1. С. 15–23.
6. Иванов С. И., Подунова Л. Г., Скачков В. Б. и др. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрии: методические указания (МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03). М.: ФЦ ГосСЭН МЗ России. 2003. 56 с.
7. Корчин В. И., Миняйло Л. А., Корчина Т. Я. Содержание химических элементов в водопроводной воде городов Ханты-Мансийского автономного округа с различной очисткой питьевой воды // Вестник Северного Арктического федерального университета. 2018. Т. 6, № 2. С. 188–197.
8. Корчина Т. Я. Системный анализ параметров вектора состояния организма человека, проживающего в условиях урбанизированного Севера (на примере ХМАО – Югры): дис. ... д-ра мед. наук. Сургут: СурГУ, 2009. 343 с.
9. Корчина Т. Я., Миняйло Л. А. Физиологическая оценка минерального состава питьевой воды севера Западной Сибири // Мат-лы XXIII съезда Физиологического общества им. И. П. Павлова, г. Воронеж, 18–22 сентября 2017 г. Воронеж, 2017. С. 210–211.
10. Скальный А. В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученных методом ИСП-АЭС (АНО ЦБМ) // Микроэлементы в медицине. 2003. Вып. 4, № 1. С. 55–56.
11. Скальный А. В. Микроэлементы. Изд. 4-е, переработанное. М.: «Фабрика блокнотов», 2018. 295 с.
12. Скальная М. Г., Скальный А. В. Микроэлементы: биологическая роль и значение для медицинской практики. Сообщение 3. Марганец // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2015. № 3. С. 14–25.
13. Скальная М. Г. Йод: биологическая роль и значение для медицинской практики // Микроэлементы в медицине. 2018. Т. 19, № 2. С. 3–11.
14. Стратегия развития медицинской науки в Российской Федерации до 2025 года. URL: http://rosminzdrav.ru/helht/62/Strategiya_rasvitiya_meditcinskoj_nauki (дата обращения 14.12.2018)
15. Федотов С. Н., Авдышов И. О., Гудков А. Б., Лызганов В. А. Особенности внешнего дыхания при переломах нижней челюсти у жителей Европейского Севера // Стоматология. 2009. Т. 88, № 6. С. 39–42.
16. Ханты-Мансийский автономный округ – Югра URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ханты-Мансийский_автономный_округ – Югра (дата обращения 25.11.2018)

17. Элементный статус населения России. Часть 4. Элементный статус населения Приволжского и Уральского федеральных округов / под ред. А. В. Скального, М. Ф. Киселева. СПб: Медкнига «ЭЛБИ-СПб», 2013. 576 с.
18. Chirri P., Lunardi S., Boldrini A. Iodine supplementation in the newborn // Nutrients. 2014. Vol. 6 (1). P. 382–390.
19. Ding Z., Hu X. Ecological and human health risks from metal(loids) in peri-urban soil in Nanjing, China // Environ. Geochem. Health. 2014. Vol. 36. P. 399–408.
20. Gammoh N. Z., Rink L. Zinc in Infection and Inflammation. Nutrients. 2017, 9 (6). DOI: 10.3390/nu9060624.
21. Menezes-Filho J. A., Novaes C. D., Moreira J. C., Sarcinelli P. N., Mergler D. Elevated manganese and cognitive performance in school-aged children and their mothers // Environ. Res. 2011. Vol. 111 (1). P. 156–163.
22. Michlska-Mosiej M., Socha K., Soroczynska J. et al. Selenium, Zinc, Copper, and Total Antioxidant Status in the Serum of Patients with Chronic Tonsillitis // Biological Trace Element Research. 2016. N 1. P. 1–5.
23. Motciloic B. On decoding the syntax of the human hair bioelement metabolism // Trace Elements in Medicine. 2018. Vol. 18, N 2. P. 54–55.
24. Nelson L., Valle J., King G., Mills P. J., Richardson M. J., Roberts E. M., Smith D., English P. Estimating the Proportion of Children Cancer Cases and Costs Attributable to the Environment in California // Am. J. Public Health. 2017. Vol. 107. P. 756–762.
25. Ngole-Jeme V. M., Fantke P. Ecological and human health risks associated with abandoned gold mine tailings contaminated soil // PLoS One. 2017. Feb 2, 12 (2): e0172517.
26. Portulano C., Paroder-Belenitsky M., Carrasco N. The Na⁺/I⁻ symporter (NIS): mechanism and medical impact. Endocr Rev. 2014. Vol. 35 (1). P. 512–521.
27. Skalny A. V., Simashkova N. V., Klyushnik T. P., Grabeklis A. R., Radish I. V., Skalnaya M. G., Tinkov A. A. Analysis of hair Trace Elements in Children with Autism Spectrum Disorders and Communication Disorders // Biol. Trace Elem. Res. 2017. Vol. 177 (2). P. 215–223.
28. Syed S. Iodine and the «near» eradication of cretinism // Pediatrics. 2015. Vol. 135 (4). P. 594–596.
29. Richter M., Boeing H., Grunewald-Funk D., Hesecker H., Kroke A., Leschik-Bonnet E., Oberritter H., Strohm D., Watzi B. Vegan diet. Position of the German Nutrition Society (DGE) // Ernahrungs Umschau. 2016. Vol. 63 (04). P. 92–102.
30. Sobiecki J. G., Appleby P. N., Bradbury K. E., Key T. J. High compliance with dietary recommendations in a cohort of meat eaters, fish eaters, vegetarians, and vegans: results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Oxford study // Nutr. Res. 2016. Vol. 36 (5). P. 464–477.

References

1. Bobun I. I., Ivanov S. I., Unguryanu T. N., Gudkov A. B., Lazareva N. K. On the issue of regional normalization of chemicals in water as an example of the Arkhangelsk Region. *Gigiena i sanitariia*. 2011, 3, pp. 91-95. [In Russian]
2. Gromova O. A., Torshin I. Yu. Vitamin D - smena paradigm [Vitamin D - paradigm shift]. Ed. E. I. Gusev, I. N. Zaharova. Moscow, 2017, 576 p.
3. Gudkov A. B., Popova O. N., Nikanov A. N. Adaptive reactions of external respiration in workers of European North. *Meditcina truda i promyshlennaiia ekologiia*. 2010, 4, pp. 24-27. [In Russian]

4. *Doklad ob ekologicheskoi situatsii v Khanty-Mansiiskom avtonomnom okruge - Yugre v 2011 godu* [Report on the environmental situation in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug - Ugra in 2011]. Hanty-Mansiysk, 2012, 132 p.
5. Zaitseva N. V., Trusov P. V., Shur P. Z., Kir'yanov D. A., Chigvintsev V. M., Tsinker M. Yu. Methodological approaches to the risk assessment of the impact of diverse environmental factors on the health of the population on the basis of evolutionary models. *Analiz riska zdorov'yu* [Health Risk Analysis]. 2013, 1, pp. 5-23. [In Russian]
6. Ivanov S. I., Podunova L. G., Skachkov V. B. i dr. *Opreделение khimicheskikh elementov v biologicheskikh sredakh i preparatakh metodami atomno-emissionnoi spektrometrii s induktivno svyazannoi plazmoi i mass-spektrometrii: metodicheskie ukazaniya (MUK 4.1.1482-03, MUK 4.1.1483-03)* [Definition of the chemical elements in biological surroundings and preparations by atom-emissions spectrometric analysis with inductive connection's plasma and mass- spectrometric analysis: methodical instructions (4.1.1482-03, 4.1.1483-03)]. Moscow, 2003, 56 p.
7. Korchin V. I., Minyailo L. A., Korchina T. Ya. The content of chemical elements in tap water of the cities of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug with different purification of drinking water. *Vestnik Severnogo Arkticheskogo federal'nogo universiteta* [Bulletin of the Northern Arctic Federal University]. 2018, 6 (2), pp.188-197. [In Russian]
8. Korchina T. Ya. *Sistemnyi analiz parametrov vektora sostoyaniya organizma cheloveka, prozhivayushchego v usloviyakh urbanizirovannogo Severa (na primere KhMAO-Yugry) (dokt. diss.)* [System analysis of the parameters of the state vector of the human body living in the urbanized North (on the example of KhMAO - Ugra). Doct. Diss.]. Surgut, 2009, 332 p.
9. Korchina T. Ya., Minyailo L. A. Fiziologicheskaya otsenka mineral'nogo sostava pit'evoi vody severa Zapadnoi Sibiri [Physiological assessment of mineral composition of drinking water in the North of Western Siberia]. In: *Mat-ly XXIII s"ezda Fiziologicheskogo obshchestva im. I. P. Pavlova, g. Voronezh, 18–22 sentyabrya 2017 g.* [Mat. XXIII Congress of the Physiological society. I. P. Pavlov, 18-22 September 2017 g, g.Voronezh]. Voronezh, 2017, pp. 210-211.
10. Skal'nyi A. V. Referent significance concentration of chemical elements carried out with AES-ISP methods. *Mikroelementy v meditsine* [Trace Elements in Medicine]. 2003, 4 (1), pp. 55-56. [In Russian]
11. Skal'nyi A. V. *Mikroelementy* [Trace Elements]. Moscow, 2018, 295 p.
12. Skal'naya M. G., Skal'nyi A. V. Trace elements: biological role and importance for medical practice. Message 3. Manganese. *Voprosy biologicheskoi, meditsinskoi i farmatsevticheskoi khimii* [Issues of biological, medical and pharmaceutical chemistry]. 2015, 3, pp. 14-25. [In Russian]
13. Skal'naya M. G. Iodine: biological role and significance for medical practice. *Mikroelementy v meditsine* [Trace Elements in Medicine]. 2018, 19 (2), pp. 3-11. [In Russian]
14. *Strategiya razvitiya meditsinskoi nauki v Rossiiskoi Federatsii do 2025 goda* [Strategy of development of medical science in the Russian Federation until 2025]. Available at: http://rosminzdrav.ru/helht/62/Strategiya_rasvitiya_meditsinskoi_nauki (accessed: 14.12.2018)
15. Fedotov S. N., Avdyshoev I. O., Gudkov A. B., Lyzganov V. A. External respiration peculiarities in inhabitants of European North in cases of mandible fracture. *Stomatologiya*. 2009, 88 (6), pp. 39-42. [In Russian]
16. *Khanty-Mansiiskii avtonomnyi okrug - Yugra* [Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug Yugra]. Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ханты-Мансийский_автономный_округ_–_Югра (accessed: 25.11.2018)
17. *Elementnyi status naseleniya Rossii. Chast' 4. Elementnyi status naseleniya Privolzhskogo i Ural'skogo federal'nykh okrugov* [Elemental status of the Russian population. Part 4. Elemental status of the population of the Volga and Ural Federal districts]. Ed. A. V. Skalny, M. F. Kiselev. Saint-Petersburg, 2013, 576 p.
18. Chirri P., Lunardi S., Boldrini A. Iodine supplementation in the newborn. *Nutrients*. 2014, 6 (1), pp. 382-390.
19. Ding Z., Hu X. Ecological and human health risks from metal(loid)s in peri-urban soil in Nanjing, China. *Environ Geochem. Health*. 2014, 36, pp. 399-408.
20. Gammoh N. Z., Rink L. Zinc in Infection and Inflammation. *Nutrients*. 2017, 9 (6). DOI: 10.3390/nu9060624.
21. Menezes-Filho J. A., Novaes C. D., Moreira J. C., Sarcinelli P. N., Mergler D. Elevated manganese and cognitive performance in school-aged children and their mothers // *Environ. Res*. 2011, 111 (1), pp. 156-163.
22. Michlska-Mosiej M., Socha K., Soroczynska J. et al. Selenium, Zinc, Copper, and Total Antioxidant Status in the Serum of Patients with Chronic Tonsillitis. *Biological Trace Element Research*. 2016, 1, pp.1-5.
23. Motciloic B. On decoding the syntax of the human hair trace elements metabolism. *Trace Elements in Medicine*. 2018, 18 (2), pp. 54-55.
24. Nelson L., Valle J., King G., Mills P. J., Richardson M. J., Roberts E. M., Smith D., English P. Estimating the Proportion of Children Cancer Cases and Costs Attributable to the Environment in California. *Am. J. Public Health*. 2017, 107, pp. 756-762.
25. Ngole-Jeme V. M., Fantke P. Ecological and human health risks associated with abandoned gold mine tailings contaminated soil. *PLoS One*. 2017, 12 (2), e0172517.
26. Portulano C., Paroder-Belenitsky M., Carrasco N. The Na⁺/I⁻ symporter (NIS): mechanism and medical impact. *Endocr. Rev*. 2014, 35 (1), pp. 512-521.
27. Skalny A. V., Simashkova N. V., Klyushnik T. P., Grabeklis A. R., Radish I. V., Skal'naya M. G., Tinkov A. A. Analysis of hair Trace Elements in Children with Autism Spectrum Disorders and Communication Disorders. *Biol. Trace Elem. Res*. 2017, 177 (2), pp. 215-223.
28. Syed S. Iodine and the «near» eradication of cretinism. *Pediatrics*. 2015, 135 (4), pp. 594-596.
29. Richter M., Boeing H., Grunewald-Funk D., Hesecker H., Kroke A., Leschik-Bonnet E., Oberritter H., Strohm D., Watzl B. Vegan diet. Position of the German Nutrition Society (DGE). *Ernahrungs Umschau*. 2016, 63 (04), pp. 92-102.
30. Sobiecki J. G., Appleby P. N., Bradbury K. E., Key T. J. High compliance with dietary recommendations in a cohort of meat eaters, fish eaters, vegetarians, and vegans: results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Oxford study. *Nutr. Res*. 2016, 36 (5), pp. 464-477.

Контактная информация:

Корчина Татьяна Яковлевна — доктор медицинских наук, профессор кафедры анестезиологии-реаниматологии, скорой медицинской помощи и клинической токсикологии БУ ХМАО — Югры «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия»

Адрес: 628011, г. Ханты-Мансийск, ул. Мира, д. 40
E-mail: t.korchina@mail.ru