

Некрасов В.И.  
Поликлиника ОАО «Газпром», Москва

## ЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС ЖИТЕЛЕЙ НОВОСИБИРСКА, РАБОТАЮЩИХ В АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЗАНЯТЫХ В НЕПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СФЕРЕ

В данной работе на основании анализа волос методами ИСП-АЭС и ИСП-МС изучен элементный статус работников Новосибирского завода химконцентратов в сравнении с группой практически здоровых взрослых жителей г.Новосибирска, не контактирующих с химическими элементами на производстве. Основная и контрольная группы включали по 100 человек в возрасте от 25 до 46 лет. Обнаружено, что нагрузка токсичными химическими элементами у работников НЗХК сопоставима со средними значениями по Новосибирску. Однако у работников НЗХК по сравнению с контрольной группой выявленные дефициты и избытки химических элементов более выражены и нарушения минерального обмена встречаются чаще, чем у лиц, занятых в непроизводственной сфере.

**Ключевые слова:** макроэлементы, микроэлементы, токсичные химические элементы, анализ волос, работники атомной промышленности, элементный статус.

В последние годы в нашей стране отмечен рост интереса к изучению влияния дефицита или избытка макро- и микроэлементов на состояние здоровья на индивидуальном и популяционном уровнях [1, 2, 4, 10, 12]. В первую очередь исследования направлены на определение содержания химических элементов в биосубстратах, рационах питания, изучение зависимостей между элементным статусом и заболеваемостью, в частности так называемыми экологозависимыми патологиями [2, 9], а также донозологическими состояниями [5, 7, 12]. А.В. Скальным [12] впервые была продемонстрирована связь между региональными особенностями элементного статуса и уровнем общественного здоровья населения. Доказано, что районы с относительно высоким рейтингом качества здоровья и интегральной оценкой природных условий и уровня жизни (Белгородско-Рязанский, Волжско-Свияжский) [8] отличаются минимальной распространенностью отклонений в элементном составе волос как одним из интегральных показателей экологического портрета человека [2]. В медико-экологических районах с пониженным уровнем здоровья населения [8], прекомфортными и гипокмфортными природными условиями жизни, относительно высоким уровнем загрязнения окружающей среды, к которым относится среди прочих и Алтайско-Новосибирский регион, увеличивается число случаев с пониженным уровнем макро- и микроэлементов в волосах населения. Так, при исследованиях, проведенных в конце 1990-х г., элементный профиль взрослого населения Алтайско-Новосибирского региона вы-

гляддел как  $\frac{Cr}{P, Mg, Zn, Fe, Cu}$ , где в знаменателе от-

мечены дефициты, а в числителе – избытки химических элементов [13]. Целью настоящего исследования было определить элементный статус взрослого населения г. Новосибирска с учетом занятости на производстве (предприятие атомной промышленности – Новосибирский завод химконцентратов, НЗХК).

### Материалы и методы

В качестве примера использования описанных выше методов приведем результаты, полученные в ходе выполнения исследований элементного статуса работников НЗХК в 2001 г. и в 2004 г. (оценка алиментарного поступления микронутриентов на основании анализа рационов питания столовых НЗХК и профилактория МСЧ и анализ волос 100 работников НЗХК и 100 практически здоровых жителей г. Новосибирска, не контактирующих с химическими элементами на производстве (контроль) в возрасте от 25 до 46 лет). Анализ волос проводился методами атомной эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-АЭС, ИСП-МС) согласно Методическим указаниям «Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрией» (МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03) [6].

Математическая обработка результатов проводилась общепринятыми методами вариационной статистики, достоверность различий между группами оценивалась с помощью t-критерия Стьюдента.

За основу при формировании групп риска по гипермикроэлементозам были взяты норма-

тивы по допустимым уровням содержания токсических химических элементов, разработанные для рабочих, контактирующих с тяжелыми металлами, и населения, приведенные в методических рекомендациях, утвержденных МЗ СССР. Согласно этому документу, формирование групп риска при диспансеризации рекомендуется производить на основании определения содержания токсичных элементов в волосах.

Кроме того, ввиду ограниченности количества химических элементов, для которых показатели допустимого содержания разработаны, для оценки распространенности микроэлементов

нами использованы условные допустимые уровни – рабочие величины, основанные на данных о верхнем и нижнем пределах физиологического содержания элементов в волосах.

В настоящее время установлены условные допустимые уровни по ряду элементов. Условным допустимым уровнем считается такое количество вещества в организме или критическом органе, которое при постоянном его содержании не вызывает изменений состояния здоровья человека, обнаруживаемых современными методами исследований. Практически условный биологически допустимый уровень (УБДУ)

Таблица 1. Средние концентрации химических элементов в волосах работников НЗХК в сравнении с контрольной группой

Элемент	женский		мужской	
	контроль n = 63	НЗХК n = 40	контроль n = 37	НЗХК n = 60
K	320±97	197±51	<b>672±121*</b>	<b>202±42</b>
Na*	<b>235±46*</b>	<b>558±148</b>	607±162	655±146
Ca	<b>931±112*</b>	<b>1629±276</b>	431±85*	559±41
Mg	109±19	146±27	46±12	48±4
P	138±4	145±5	180±45	136±3
Fe	12,57±1,41	18,99±5,1	19,95±2,48	14,77±1,47
Zn	158±6	155±6	151±10	156±5
Cu	13,23±0,61	14,47±1,06	11,82±0,49	11,24±0,24
Mn	1,98±0,72	1,01±0,4	0,65±0,12	0,41±0,04
Cr	<b>0,42±0,04*</b>	<b>0,3±0,02</b>	<b>0,76±0,07*</b>	<b>0,46±0,05</b>
Se	0,65±0,16	0,5±0,05	0,7±0,07	0,55±0,03
Co	0,01±0,001	0,01±0,002	0,01±0,001	0,01±0,002
I	1,53±0,18	2,84±1,02	3,55±1,15	2,05±0,33
Si	47±8	28±5	<b>28±3*</b>	<b>15±1</b>
Ti*	<b>1,09±0,11*</b>	<b>0,52±0,11</b>	<b>1,04±0,17*</b>	<b>0,52±0,12</b>
Al	<b>6,09±0,6*</b>	<b>4,02±0,36</b>	<b>10,32±0,78*</b>	<b>5,68±0,75</b>
Sn	0,25±0,1	0,14±0,04	<b>0,21±0,04*</b>	<b>0,08±0,01</b>
V	0,07±0,01	0,05±0,01	<b>0,13±0,01</b>	<b>0,06±0,01</b>
Ni*	0,26±0,03*	0,27±0,03	0,35±0,06	0,44±0,07
As	<b>0,08±0,01*</b>	<b>0,05±0,01</b>	<b>0,17±0,01*</b>	<b>0,1±0,01</b>
Pb	0,8±0,21	0,5±0,08	4,3±1,31	3,81±1,24
Cd	0,03±0,01	0,07±0,05	0,16±0,05	0,1±0,03
Hg	<b>0,48±0,05*</b>	<b>0,8±0,05</b>	<b>0,52±0,06*</b>	<b>0,95±0,07</b>
Be*	<b>0,002±0,0005*</b>	<b>0,014±0,0021</b>	<b>0,003±0,0009*</b>	<b>0,021±0,0028</b>
Li	<b>0,02±0,003</b>	<b>0,05±0,007</b>	0,05±0,008	0,04±0,003

Примечание: отмечены достоверные отличия ( $p < 0,05$ ), сравнение проводилось внутри половых групп

Таблица 2. «Элементные портреты» работников НЗХК в сравнении с жителями Новосибирска

Пол	Новосибирск	НЗХК
жен.	$\frac{\text{Mn}}{\text{Co, Fe, P, Zn, Ca, Cr, I, K, Mg, Mn, Na, Se, Al}}$	$\frac{\text{Ca, Cu, K, Mg, Na}}{\text{Co, Zn, P, Fe, Cr, Ca, Cu, I, K, Mg, Mn, Se, Si, Al}}$
муж.	$\frac{\text{Cr, K, Na}}{\text{Co, Ca, P, Zn, Cu, Mg}}$	$\frac{\text{Ca, Na}}{\text{Co, P, K, Mn, Fe, Cr, Mg, Na, Si, Zn, Al}}$

Примечание: Числитель: элементы, частота повышенного содержания которых превышает 25% от общего числа обследованных (в порядке убывания).

Знаменатель: элементы, частота сниженного содержания которых превышает 25% от общего числа обследованных (в порядке убывания).

соответствует верхней или нижней границе физиологического содержания элемента. В данном исследовании в качестве УБДУ приняты значения, используемые в АНО ЦБМ [11].

Всех лиц с концентрацией одного или нескольких химических элементов, выходящей за границы УБДУ, необходимо относить к группе риска и проводить им углубленное и целенаправленное медицинское обследование и профилактическое лечение.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Как следует из данных 2004 г., представленных в таблице 1, для работников НЗХК характерна сниженная по сравнению с контролем (жители г. Новосибирска) концентрация в волосах Al, As, Cr и Ti на фоне относительно повышенного содержания Ca, Hg, Be, а также Na и Ni (женщины).

Женщины, работающие на НЗХК, отличаются также достоверно более высоким по сравнению с контролем содержанием в волосах Ca и Na, а мужчины – достоверно сниженным содержанием K, Si, Sn и V.

**Женщины.** К числу элементов, риск возникновения гиперэлементозов которых в наибольшей степени выражен у сотрудниц НЗХК, относятся Ca (34,09%), Cu (25%), Mg (29,5%) и Na (43,2%). Аналогичные показатели, рассчитанные для контрольной группы, существенно ниже (17,5%, 12,7%, 19,05% и 20,6% соответственно). В то же время для работников НЗХК в меньшей степени характерна повышенная концентрация в волосах Mn (15,9% и 28,57%, НЗХК и контроль соответственно).

Как для контрольной группы, так и для женщин - работников НЗХК характерна высокая частота пониженного содержания в волосах Al, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, I, K, Mg, P и Zn. Однако у женщин - работников НЗХК чаще встречаются

дефициты Al, Mg, Si и Zn и реже – сниженный уровень Na в волосах.

**Мужчины.** Ведущими отклонениями в минеральном обмене у мужчин - работников НЗХК можно считать избыточные концентрации в волосах Ca (29,51%), I (24,59%), Mg (24,59%), Na (26,23%). Частота избыточного накопления этих элементов в контрольной группе значительно ниже (за исключением Na, избыток которого встречается в контроле также часто, как и у работников НЗХК). Существенно реже, чем в контрольной группе, у сотрудников НЗХК встречается накопление в волосах Cr (8,2% и 35,14%), Cu (3,28% и 10,81%), K (19,67% и 37,84%), Si (6,56% и 13,51%) и Zn (8,2% и 18,92%) (НЗХК и контроль соответственно).

В то же время распространенность риска развития гипозлементозов у сотрудников НЗХК в целом выше, чем в контрольной группе. Среди мужчин - работников НЗХК в большей степени, чем среди мужчин контрольной группы, распространены сниженные концентрации в волосах Al, Cr, Fe, K, Mn, P и Si и в меньшей – Ca и Mg. Пониженное содержание в волосах Co, Cu, I, Na и Zn свойственно обоим группам.

Если принять за пороговое значение распространенности отклонений от нормы уровень 25%, то элементный портрет мужчин и женщин – работников НЗХК в сравнении с контрольной группой выглядит следующим образом (таб. 2).

В частности, элементный портрет работников НЗХК характеризуется гиперэлементозным состоянием по кальцию, тогда как у жителей города Новосибирска имеет место гипозлементоз по данному элементу. Имеют место специфические различия между группами и по относительному содержанию марганца концентрации этого элемента у жителей г. Новосибирска – в среднем больше 75 центиля, тогда как у работников НЗХК его величина ниже 25 центиля.

В целом на основании полученных данных можно сделать вывод о том, что нагрузка токсическими химическими элементами у работников НЗХК сопоставима со средними значениями для г. Новосибирска. Однако у работников НЗХК по сравнению с контрольной группой как выявленные дефициты химических элемен-

тов в организме (мужчины и женщины), так и избытки (женщины) более выражены, то есть нарушения минерального обмена встречаются несколько чаще, чем у лиц, занятых в производственной сфере. Возможно, эти обменные особенности обусловлены характером производства и питания сотрудников предприятия.

**Список использованной литературы:**

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А. и Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органо-патология. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
2. Агаджанян Н.А., Скальный А.В. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека. М.:КМК, 2001. – 83 с.
3. Велданова М.В. Эколого-физиологическое обоснование системной профилактики коррекции микроэлементозной зубной эндемии у детей в различных регионах России. Авт. дисс... докт.мед.наук. – М., 2002. – 35 с.
4. Демидов В.А. Сравнительная эколого-физиологическая характеристика элементного гомеостаза жителей различных районов Московской области. – Автореферат. Дисс. ... канд. биол. наук. – М., 2001. – 128 с.
5. Дубовой Р.М. Алгоритм оценки элементного статуса и повышение функциональных резервов у работников промышленных предприятий с применением микроэлементов. – Автореф. ... дис. канд. мед. наук. – М., 2004.- 21 с.
6. Иванов С.И., Подунова Л.Г., Скачков В.Б. и др. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой: Методические указания. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 56 с.
7. Лимин Б.В., Маймулов В.Г., Пацюк Н.А. и др. Гигиеническая диагностика загрязнения среды обитания солями тяжелых металлов. - Спб.: СпбГМА им. И.И. Мечникова, 2003. – 122 с.
8. Прохоров Б.Б. Медико – экологическое районирование и региональный прогноз здоровья населения России. – М.: Издательство МНЭПУ, 1996. – 70 с.
9. Скальная М.Г. Гигиеническая оценка влияния минеральных компонентов рациона питания и среды обитания на здоровье населения мегаполиса. – Автореф. ... дис. докт. мед. наук. – М., 2005. – 42 с.
10. Скальная М.Г., Нотова С.В. Макро- и микроэлементы в питании современного человека: эколого - физиологические и социальные аспекты. – М.: «РОСМЭМ», 2004. – 310 с.
11. 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.7-11.
12. Скальный А.В. Эколого-физиологическое обоснование эффективности использования макро - и микроэлементов при нарушениях гомеостаза у обследуемых из различных климатогеографических регионов. // Дисс. ... докт. мед. наук - М., 2000. – 352 с.
13. Скальный А.В., Быков А.Т. Эколого-физиологические аспекты применения макро- микроэлементов в восстановительной медицине. – Оренбург: РИК ОГУ, 2003. – 198с.