

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

СРАВНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ВОЛОС ЖИТЕЛЕЙ НОВОСИБИРСКА, РАБОТАЮЩИХ В АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЗАНЯТЫХ В НЕПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СФЕРЕ

COMPARISON OF HAIR ELEMENTAL CONTENT OF ATOMIC INDUSTRY WORKERS AND NON-INDUSTRIAL EMPLOYEES IN NOVOSIBIRSK

В.И. Некрасов^{1*}, С.В. Ефимов²
V.I. Nekrasov^{1*}, S.V. Efimov²

¹ Медицинское учреждение «Поликлиника ОАО «Газпром», Москва

² АНО «Сибирский центр биотической медицины», Новосибирск

¹ Medical institution "Gazprom Hospital", Moscow, Russia

² ANO "Siberian Centre for Biotic Medicine", Novosibirsk, Russia

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: макроэлементы, микроэлементы, токсичные химические элементы, анализ волос, работники атомной промышленности, элементный статус

KEYWORDS: macro elements, trace elements, toxic chemical elements, analysis, atomic industry workers, elemental status

РЕЗЮМЕ: 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 непромышленной сфере.

ABSTRACT: On the basis of hair analysis by ICP-AES and ICP-MS methods, elemental status of subjects working at Novosibirsk chemical concentrate plant (NZHK) was studied in comparison with practically healthy adult residents of Novosibirsk who had no occupational contact with chemical elements. The main group and the control group each included 100 persons aged of 25 to 46 years. Load of NZHK workers with toxic elements was found to be similar to the mean values, characteristic for Novosibirsk residents as a whole. However the deficiencies and excesses of

chemical elements were more pronounced in NZHK workers as compared to non-industrial employees, and mineral metabolism in the former group was disturbed more frequently.

Введение

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 (Авцын и др., 1991; Скальный, 2000; Агаджанян, Скальный, 2001; Демидов, 2001; Скальная, Нотова, 2004). 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 (Агаджанян, Скальный, 2001; Скальная, 2005), а также донозологическими состояниями (Лимин и др., 2003; Дубовой, 2004; Скальный, 2000). А.В. Скальным (Скальный, 2000) 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) (Прохоров, 1996) отличаются минимальной распространенностью отклонений в элементном составе волос как одним из интегральных показателей экологического портрета человека (Агад-

* Адрес для переписки:

Некрасов Владимир Игоревич

117997, Москва, В-420, ул. Наметкина, 16,

Медицинское учреждение «Поликлиника ОАО «Газпром».

жания, Скальный, 2001). В медико-экологических районах с пониженным уровнем здоровья населения (Прохоров, 1996), 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 гг., элементный профиль взрослого населения Алтайско-Новосибирского региона выглядел как

Cr

P, Mg, Zn, Fe, Cu ,

где в знаменателе отмечены дефициты, а в числителе – избытки химических элементов (Скальный, Быков, 2003).

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 атомно-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) (Иванов и др., 2003).

Математическая обработка результатов проводилась общепринятыми методами с использованием прикладных пакетов Statistica 6.0 и Microsoft Excel 2003; достоверность различий между группами оценивалась с помощью t-критерия Стьюдента.

За основу при формировании групп риска по гипермикроэлементозам были взяты нормативы по допустимым уровням содержания токсичных 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 микроэлементозов 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) соответствует верхней или нижней границе физиологического содержания элемента. В данном исследовании в качестве УБДУ приняты значения, используемые в АНО ЦБМ (Скальный, 2003).

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 и 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 (табл. 2).

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

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	672 ± 121*	202 ± 42
Na	235 ± 46*	558 ± 148	607 ± 162	655 ± 146
Ca	931 ± 112*	1629 ± 276	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	0,42 ± 0,04*	0,3 ± 0,02	0,76 ± 0,07*	0,46 ± 0,05
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	28 ± 3*	15 ± 1
Ti	1,09 ± 0,11*	0,52 ± 0,11	1,04 ± 0,17*	0,52 ± 0,12
Al	6,09 ± 0,6*	4,02 ± 0,36	10,32 ± 0,78*	5,68 ± 0,75
Sn	0,25 ± 0,1	0,14 ± 0,04	0,21 ± 0,04*	0,08 ± 0,01
V	0,07 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,06 ± 0,01
Ni	0,26 ± 0,03*	0,27 ± 0,03	0,35 ± 0,06	0,44 ± 0,07
As	0,08 ± 0,01*	0,05 ± 0,01	0,17 ± 0,01*	0,1 ± 0,01
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	0,48 ± 0,05*	0,8 ± 0,05	0,52 ± 0,06*	0,95 ± 0,07
Be	0,002 ± 0,0005*	0,014 ± 0,0021	0,003 ± 0,0009*	0,021 ± 0,0028
Li	0,02 ± 0,003*	0,05 ± 0,007	0,05 ± 0,008	0,04 ± 0,003

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

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 обеим 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 может быть проиллюстрирован таблицей 2.

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

Литература

- Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. М.: изд-во Медицина, 1991. 496 с.
- Агаджанян Н.А., Скальный А.В. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека. М.: изд-во КМК, 2001. 83 с.
- Велданова М.В. Эколого-физиологическое обоснование системной профилактики коррекции микроэлементозной зубной эндемии у детей в различных регионах России. Автореф. дисс. докт. мед. наук. М., 2002. 35 с.
- Демидов В.А. Сравнительная эколого-физиологическая

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

Пол	Новосибирск	НЗХК
жен.	Mn Co, Fe, P, Zn, Ca, Cr, I, K, Mg, Mn, Na, Se, Al	Ca, Cu, K, Mg, Na Co, Zn, P, Fe, Cr, Ca, Cu, I, K, Mg, Mn, Se, Si, Al
муж.	Cr, K, Na Co, Ca, P, Zn, Cu, Mg	Ca, Na 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).

- характеристика элементного гомеостаза жителей различных районов Московской области. Автореф. дисс. канд. биол. наук. М., 2001. 128 с.
- Дубовой Р.М. Алгоритм оценки элементного статуса и повышение функциональных резервов у работников промышленных предприятий с применением микроэлементов. Автореф. дисс. канд. мед. наук. М., 2004. 21 с.
- 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 с индуктивно связанной плазмой: Методические указания. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. 56 с.
- 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.
- Прохоров Б.Б. Медико-экологическое районирование и региональный прогноз здоровья населения России. М.: Издательство МНЭПУ, 1996. 70 с.
- Скальная М.Г. Гигиеническая оценка влияния минеральных компонентов рациона питания и среды обитания на здоровье населения мегаполиса. Автореф. дисс. докт. мед. наук. М., 2005. 42 с.
- Скальная М.Г., Нотова С.В. Макро- и микроэлементы в питании современного человека: эколого-физиологические и социальные аспекты. М.: РОСМЭМ, 2004. 310 с.
- 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.
- Скальный А.В. Эколого-физиологическое обоснование эффективности использования макро- и микроэлементов при нарушениях гомеостаза у обследуемых из различных климатогеографических регионов. Автореф. дисс. докт. мед. наук. М., 2000. 352 с.
- Скальный А.В., Быков А.Т. Эколого-физиологические аспекты применения макро- микроэлементов в восстановительной медицине. Оренбург: РИК ОГУ, 2003. 198 с.