

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС РАБОТНИКОВ ОАО "СЕВЕРСТАЛЬ"

ELEMENTAL STATUS OF "SEVERSTAL" PLANT WORKERS

В.В. Скальный¹, В.И. Некрасов^{2*}, И.О. Мясников³
V.V. Skalny¹, V.I. Nekrasov^{2*}, I.O. Myasnikov³

¹ Оренбургский государственный университет, Оренбург

² Медицинское учреждение "Поликлиника ОАО "Газпром", Москва

³ ГУ Центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора в г. Череповец Вологодской области

¹ Orenburg State University, Orenburg, Russia

² Medical institution "Gazprom health centre", Moscow, Russia

³ Centre of State Sanitary-and-Epidemiologic Inspection in Cherepovets City of Vologda Region, Cherepovets, Russia

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: работники металлургической промышленности, элементный статус, анализ волос
KEYWORDS: metallurgic industry workers, elemental status, hair analysis

РЕЗЮМЕ: Изучены особенности элементного статуса у рабочих ОАО "Северсталь" (г. Череповец, Вологодская обл.). В ходе работы исследовано содержание K, Na, Ca, Mg, P, Fe, Zn, Cu, Mn, Cr, Co, Se, I, Li, Si, Ti, Ni, Sn, V, Sr, Al, As, Pb, Hg и Cd в волосах 250 мужчин 35-50 лет, занятых в различных производственных процессах на ОАО "Северсталь", и 50 человек того же пола и возраста, занятых в непромышленной сфере и проживающих в г. Вологда. Установлено, что для работников ОАО "Северсталь" характерна избыточная нагрузка металлами (Mn, Fe, Ca, Mg и Pb – представители основных профессий) и недостаток ряда эссенциальных химических элементов (Se, Co, I и P – все работники, Ca, Mg, Mn, Zn – менеджеры и специалисты). Отмечено, что распространенность дефицитов Zn и Cu у работников ОАО "Северсталь" в 2-3 раза выше, чем у жителей г. Вологды. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости целенаправленной коррекции профессионально обусловленных нарушений элементного статуса у рабочих металлургической промышленности.

ABSTRACT: Elemental status of workers of "Severstal" metallurgic plant (Cherepovets, Russia) was studied. Within the study, content of K, Na, Ca, Mg, P, Fe, Zn, Cu, Mn, Cr, Co, Se, I, Li, Si, Ti, Ni, Sn, V, Sr, Al, As, Pb, Hg and Cd in hair of 250 male subjects 35-50 years old, working in different departments of the plant, was investigated in comparison with that of 50 non-industrial employees of the same gender and age, residing in Vologda, was determined. It was found that "Severstal" workers were characterized by excess

accumulation of metals (Mn, Fe, Ca, Mg and Pb – all basic occupations) and deficiency of some essential chemical elements (Se, Co, I and P – all workers; Ca, Mg, Mn, Zn – managers and experts). It was noted that prevalence of Zn and Cu deficiencies in "Severstal" workers was 2-3 times higher than in Vologda inhabitants. The results evidence the need of purposeful correction of occupationally caused disturbances in elemental status of metallurgic workers.

Введение

За последние годы состояние здоровья работающих в металлургической промышленности свидетельствует о его существенном ухудшении. По данным Госкомстата России, во вредных условиях труда, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормам, работает 21,4% от общей численности работающих в промышленности. Около половины работающих во вредных и опасных условиях труда составляют женщины.

Продолжается рост профессиональных заболеваний – в 2002 г. этот показатель составил 1,81 на 10 тысяч работающих. Наиболее высокий уровень профессиональной заболеваемости наряду с угольной промышленностью, тяжелым, энергетическим, строительно-дорожным машиностроением регистрируется в отраслях черной и цветной металлургии. Так, в черной металлургии показатель профзаболеваемости растет и составил в 1998 г. – 8,52; в 2001 г. – 10,21; в 2002 г. – 11,55 на 10 тысяч работающих (Государственный доклад..., 2003).

Сохранение и укрепление здоровья работающих возможно путем объединения усилий работодателя, науки и практического здравоохранения. В связи с этим, необходимо внедрение методологии оценки профессионального риска, основанного на

* Адрес для переписки:

Некрасов Владимир Игоревич

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

Медицинское учреждение «Поликлиника ОАО «Газпром».

гигиенической оценке условий труда, общей и профессиональной заболеваемости, выявлении ранних донозологических сдвигов в организме работающих, разработки и внедрении в связи с этим комплекса современных технологических мероприятий и оздоровления работников, что определено новыми санитарными правилами (Маймулов и др., 2001; Измеров, 2002; Скальный и др., 2002).

В современной России актуальность изучения проблемы биологической роли макро- и микроэлементов не вызывает сомнений (Авцын и др., 1991). Оценка элементного статуса составляет одну из важных задач при оценке здоровья индивида и различных групп населения, в том числе работников промышленных предприятий. (Скальный, 2004; Онищенко, 2004).

Таким образом, к задачам первоочередной важности может быть отнесено установление системы слежения за состоянием здоровья работающих и населения, а также за воздействующими факторами в районах размещения крупных промышленных предприятий. Основная цель таких работ – предупреждение негативного влияния вредных техногенных факторов на здоровье.

Целью настоящей работы явилось установление особенностей элементного статуса у рабочих ОАО "Северсталь" (г. Череповец, Вологодская обл.), занятых в различных производственных процессах.

Материалы и методы исследования

В ходе выполнения работы проведено обследование предоставленных образцов волос 250 рабочих ОАО "Северсталь". Все обследованные – мужчины в возрасте от 35 до 50 лет. Для аналитической обработки результатов все обследованные были сгруппированы по месту работы: цеха конверторного производства (КП – 95 человек), получения холоднокатаного листа (ПХЛ – 84 человека), управления качества (УК – 44 человека) и управления промбезопасности (УПБ – 27 человек). В качестве сравнения использованы данные по аналогичным поло-возрастным и социальным группам мужчин, занятых в непромышленной сфере, проживающих в г. Вологда (50 человек).

Все образцы волос подвергались пробоподготовке согласно требованиям МАГАТЭ и методических рекомендаций "Скрининговые методы для выявления групп повышенного риска среди рабочих, контактирующих с токсичными химическими элементами", утв. МЗ СССР (1989 г.), МУК 4.1.1482-03 и МУК 4.1.1483-03 "Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой", утвержденным МЗ РФ в 2003 г.)

Аналитические исследования выполнены лабораторией АНО "Центр Биотической Медицины", аккредитованной в Федеральном центре Госсанэпиднадзора при МЗ РФ (аттестат аккредитации ГСЭН. RU.ЦОА.311, регистрационный номер в Государственном реестре РОСС RU.0001.513118 от 29 мая

2003) методами атомной эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргонной плазмой (АЭС-ИСП) и масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргонной плазмой (МС-ИСП) на приборах Optima 2000 DV и Elan 9000 (Perkin Elmer, США).

В волосах определяли содержание 25 химических элементов: K, Na, Ca, Mg, P, Fe, Zn, Cu, Mn, Cr, Co, Se, I, Li, Si, Ti, Ni, Sn, V, Sr, Al, As, Pb, Hg, Cd.

Статистическая обработка результатов исследований проводилась с использованием программ Microsoft Excel XP и Statistica 6.0 и включала описательную статистику, оценку достоверности различий по Стьюденту и корреляционный анализ с оценкой достоверности коэффициентов корреляции.

Результаты и их обсуждение

Полученные результаты выявили существенные отличия в элементном статусе лиц, занятых на производстве в ОАО "Северсталь" по сравнению с жителями г. Вологда (табл. 1). Анализ абсолютных значений показал, что по ряду химических элементов имеют место значительные отклонения их содержания в волосах рабочих.

Анализ абсолютных значений содержания химических элементов в волосах работников ОАО "Северсталь" указывает на повышенную нагрузку большинства из них многими химическими элементами (Ca, Mg, Fe, Mn в меньшей степени – Pb и Cd, V) на фоне недостаточности P, Se а в ряде профессиональных групп – Co, Si, I, а у менеджеров и специалистов – Mg и Ca.

Анализ полученных данных показал, что для рабочих из различных подразделений характерно повышенное содержание в волосах элементов, связанных с профилем производства, а именно – Fe, Cd, Ni, Pb, Mn и Cr. Избыточное содержание в волосах этих химических элементов может быть напрямую связано с профессиональными контактами обследованных лиц. В то же время, содержание в волосах рабочих ОАО "Северсталь" Se и Co ниже, чем в среднем по г. Вологде и РФ (Скальный, Быков, 2003).

На основании полученных данных, представленных в таблице 1, можно утверждать, что дефицит селена (гипоселеноз) является общей проблемой для всего коллектива предприятия, т.к. во всех группах работников концентрация этого жизненно важного элемента-антиоксиданта, антидота токсикантов и иммуномодулятора достоверно снижена. Максимальный гипоселеноз обнаружен у огнеупорщиков, мастеров, операторов разлива стали и сталеваров.

Исходя из известных данных о функциональном антагонизме токсичных металлов и Se, а также Fe, Mn, Ni и Co, можно предположить, что избыточное накопление указанных металлов является одной из причин дефицитов Se и Co, распространенных у рабочих ОАО "Северсталь", особенно занятых в конверторном (Se) производстве (КП) и производстве холоднокатаного листа (ПХЛ). Неблагоприятные изменения в обмене веществ могут приводить к снижению иммунитета и антиоксидантной защиты

Таблица 1. Содержание химических элементов в волосах мужчин-работников ОАО "Северсталь" в зависимости от места работы, мкг/г волос ($M \pm m$)

Элемент	КП (n = 95)	ПХЛ (n = 84)	УК (n = 44)	УПБ (n = 27)	Контроль (n = 50)
Al	14,42 ± 0,85	18,65 ± 1,22	17,3 ± 1,74	13,29 ± 1,28	16,96 ± 2,12
As	0,05 ± 0,003	0,05 ± 0,005	0,05 ± 0,004	0,06 ± 0,004	0,17 ± 0,05
Be	0,002 ± 0,0003	0,002 ± 0,0003	0,002 ± 0,0003	0,001 ± 0,0003	0,003 ± 0,001
Ca	627,2 ± 39,8*	469,59 ± 38,67	348,49 ± 40,54	264,37 ± 32,09*	416 ± 62
Cd	0,19 ± 0,03*	0,14 ± 0,02	0,15 ± 0,04	0,05 ± 0,01	0,09 ± 0,03
Co	0,09 ± 0,03	0,05 ± 0,01	0,39 ± 0,12	0,08 ± 0,04	0,13 ± 0,04
Cr	0,63 ± 0,03	0,92 ± 0,15	0,57 ± 0,05	0,73 ± 0,07	0,49 ± 0,08
Cu	11,23 ± 0,37	11,04 ± 0,35	11,89 ± 0,68	11,91 ± 0,67	10,19 ± 0,48
Fe	35,71 ± 6,17	50,96 ± 10,72*	27,19 ± 3,88	29,21 ± 10,15	25,53 ± 4,48
Hg	0,96 ± 0,09	0,81 ± 0,07	1,03 ± 0,11	0,93 ± 0,16	0,55 ± 0,21
I	0,49 ± 0,07	0,62 ± 0,07	0,73 ± 0,23	1 ± 0,22	0,55 ± 0,19
K	135,64 ± 13,99	253,38 ± 38,87	225,56 ± 54,3	322,44 ± 79,46	250 ± 113
Li	0,02 ± 0,001	0,02 ± 0,003	0,03 ± 0,004	0,02 ± 0,004	0,03 ± 0,01
Mg	81,44 ± 4,85*	56,32 ± 4,23	41,03 ± 4,12	32,29 ± 4,55	49 ± 10
Mn	3,35 ± 0,43*	1,28 ± 0,17*	0,8 ± 0,12	0,52 ± 0,08	0,81 ± 0,13
Na	365,48 ± 43,09	467,89 ± 146,06	331,9 ± 101,7	509,96 ± 132,35	339 ± 103
Ni	0,54 ± 0,08	0,64 ± 0,12	0,35 ± 0,04	0,56 ± 0,33	0,34 ± 0,08
P	134,4 ± 2,3*	128,8 ± 2,5*	132,6 ± 3,1*	135,7 ± 4,21*	167 ± 14
Pb	4,09 ± 0,56*	2,89 ± 0,38	5,11 ± 0,7*	4,79 ± 1,19	1,47 ± 0,4
Se	0,25 ± 0,01*	0,32 ± 0,02*	0,28 ± 0,02*	0,29 ± 0,04*	0,07 ± 0,22
Si	22,66 ± 2,26	18,38 ± 1,8	27,42 ± 4,78	19,08 ± 2,78	30,58 ± 7,24
Sn	0,11 ± 0,01*	0,12 ± 0,01*	0,11 ± 0,02*	0,1 ± 0,01*	0,56 ± 0,15
Ti	1,27 ± 0,11*	1,19 ± 0,15*	1,53 ± 0,17*	1,16 ± 0,15*	0,67 ± 0,14
V	0,15 ± 0,026	0,06 ± 0,004	0,07 ± 0,007	0,1 ± 0,007	0,08 ± 0,02
Zn	178,45 ± 3,17	166,62 ± 4,52	170,75 ± 5,69	153,83 ± 8,71	165 ± 10

Примечание: *Выделены достоверные отличия ($p < 0,05$) по сравнению с жителями г. Вологда, занятыми в непродуцированной сфере (контроль).

организма (дефицит Se) и нарушению кроветворения, анаболических процессов в организме (дефицит Co) (Авцын и др., 1991).

Классическими проявлениями дефицита Se являются повышение заболеваемости и смертности мужчин молодого возраста от заболеваний сердечной мышцы (т. наз. болезнь Кешана), а также риск новообразований, болезней опорно-двигательного аппарата (Голубкина и др., 2002).

Хронический дефицит Co может проявляться в виде общей слабости, утомляемости, снижения памяти, вегетосудистых нарушений, аритмии, анемии, медленного выздоровления после заболеваний.

Анализ данных показал, что для рабочих цехов КП характерно достоверно повышенное, по сравнению с жителями г. Вологды, занятыми в непродуцированной сфере, содержание в волосах Ca, Cd, Mg, Mn,

Pb и Ti ($p < 0,05$) и сниженное – P, Se и Sn ($p < 0,05$). Содержание Ca и Mn в волосах обследованных этой группы максимально для ОАО "Северсталь". Обращает на себя внимание повышенный, по сравнению с жителями г. Вологды, уровень в волосах Hg (хотя большой разброс в содержании этого элемента в волосах жителей Вологды и не позволил установить достоверность отличия).

Анализ рисков развития элементозов показал, что для рабочих КП характерна повышенная по отношению к жителям Вологды частота избыточного содержания в волосах Ca, Cr, Fe, Mg, Mn и Pb и сниженного – Co, Cu, I, Se и Si.

У рабочих из цеха холоднокатаного листа обнаружена максимальная среди всех обследованных работников ОАО "Северсталь" концентрация в волосах Fe. В остальном "элементный портрет" рабочих

этой группы сходен с вышеописанным (конверторное производство): повышенное содержание в волосах Fe, Mn и Ti ($p < 0,05$) и сниженное – P, Se и Sn ($p < 0,05$). Так же, как и в предыдущей группе, относительно повышен в волосах уровень Hg. К числу ведущих рисков развития элементозов для этой группы могут быть отнесены риски развития гиперэлементозов Fe, Mn, Pb и Cr, а также гипозлементозов Ca, Co, Cu, I, Se, Si и Zn (частоты отклонений этих элементов от границ нормы существенно выше, чем у жителей Вологды).

Элементный статус обследованных из группы управления качества существенно ближе к таковому жителей Вологды, чем рабочих конверторного производства и производства холоднокатаного листа. Достоверные отличия в содержании химических элементов в волосах сотрудников управления качества и жителей Вологды показаны только для P, Se и Sn, содержание которых в волосах сотрудников управления качества ниже, чем у жителей Вологды, а также Pb и Ti, содержание которых достоверно выше ($p < 0,05$). В то же время оценка риска возникновения элементозов в данной группе показала большое сходство с рабочими КП и ПХЛ (риск развития гиперэлементозов Fe, Mn, Pb и Cr и гипозлементозов – Ca, Cu, Cr, I, P и Se). Интересно отметить, что Cr входит в группу риска как гипо- так и гиперэлементозов. То есть его содержание в волосах сотрудников управления качества очень сильно варьирует – для части группы характерно избыточное содержание этого элемента в волосах, а для части – недостаточное. В этой группе также установлена максимальная относительная численность лиц с превышением УБДУ ртути в волосах – 14%, что в 1,5 раза выше, чем в среднем по г. Вологде.

Сотрудники управления промбезопасности (УПБ) по содержанию химических элементов в волосах сходны с сотрудниками управления качества. У них, по сравнению с жителями Вологды, занятыми в непромышленной сфере, достоверно снижено содержание в волосах P, Se и Sn, а также достоверно повышено – Ca и Ti.

Для сотрудников УПБ достаточно высок риск развития гиперэлементозов Cr, K и Pb, но в большей степени для этой группы характерен риск гипозлементозов – Ca, Co, Mg, P, Se, Si и Zn (табл. 2).

Выявленная в ходе обследования высокая частота дефицитов Cu и Co может быть обусловлена избыточным поступлением в организм работников функциональных антагонистов этих металлов – Fe, Mn, а недостаток Se, отмеченный, например, у 83% рабочих КП, и у большинства других работников ОАО "Северсталь", как известно из литературных источников, часто является следствием интоксикации тяжелыми металлами, в первую очередь Pb, Hg, Cd, а также Mn и Fe (Скальный, 2004).

Важно отметить, что даже умеренное воздействие Pb на организм человека в условиях дефицита Ca, Mg, Zn может вызвать существенные изменения в состоянии здоровья (Скальный и др., 2003).

Таким образом, обследованных лиц можно

разделить на 2 условные группы: в первую входят рабочие цехов КП и ПХЛ, а во вторую – сотрудники УК и УПБ.

Для первой группы характерны существенно повышенные концентрации химических элементов в волосах, в первую очередь таких металлов, как Fe, Mn, Ti, Cr и Pb. Наиболее ярким признаком, характеризующим вторую группу, является широкая распространенность гипозлементозов (при этом риск развития гиперэлементозов Mn, Fe, Cr, Pb сохраняется, но выражен он в меньшей степени, чем в 1 группе.).

Общая оценка риска развития интоксикаций металлами, по нашему мнению, выглядит следующим образом (от максимального риска к минимальному):

$$(КП = ПХЛ) > УК > УПБ$$

То есть, среди обследованных групп риск минимален у сотрудников управления промбезопасности и максимален – у рабочих цехов конверторного про-

Таблица 2. Риск развития гипозлементозов у мужчин-работников ОАО "Северсталь" в зависимости от места работы (% лиц с относительно сниженным содержанием эссенциальных химических элементов в волосах)

Элемент	КП	ПХЛ	УК	УПБ	Контроль
Al	–	–	–	–	–
As	–	–	–	–	–
Be	–	–	–	–	–
Ca	25,51	43,18	75,51	78,57	25,00
Cd	–	–	–	–	–
Co	72,45	67,05	30,61	82,14	21,05
Cr	17,35	15,91	32,65	–	70,00
Cu	34,69	45,45	40,82	10,71	15,00
Fe	1,02	1,14	16,33	10,71	30,00
Hg	–	–	–	–	–
I	76,53	64,77	71,43	32,14	50,00
K	26,53	26,14	36,73	17,86	50,00
Li	–	–	–	–	–
Mg	10,20	32,95	48,98	64,29	30,00
Mn	–	3,41	26,53	42,86	30,00
Na	23,47	27,27	44,90	10,71	30,00
Ni	–	–	–	–	–
P	71,43	72,73	61,22	67,86	10,00
Pb	–	–	–	–	–
Se	82,65	57,95	73,47	57,14	45,00
Si	29,59	39,77	24,49	35,71	10,00
Sn	–	–	–	–	–
Ti	–	–	–	–	–
V	–	–	–	–	–
Zn	22,45	37,50	30,61	50,00	25,00

изводства и получения холоднокатаного листа.

В целом, результаты комплексных исследований у рабочих ОАО "Северсталь" позволили выявить общие закономерности "элементного портрета" у работников различных производств на предприятии. Установлено, что трудовой коллектив ОАО "Северсталь" испытывает серьезные проблемы с избыточной нагрузкой металлами (Mn, Fe, Ca, Mg и Pb – представители основных профессий) и недостаточной обеспеченностью жизнедеятельности важнейшими питательными веществами минерального происхождения (Se, Co, I и P – все работники, Ca, Mg, Mn, Zn – менеджеры и специалисты). Установлено, что распространенность дефицитов Zn и Cu у работников ОАО "Северсталь" в 2-3 раза выше, чем у жителей г. Вологды. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости целенаправленной коррекции профессионально обусловленных нарушений элементного статуса у рабочих металлургической промышленности.

Литература

- Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. 1991. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. М.: Медицина. 496 с.
- Голубкина Н.А., Скальный А.В., Соколов Я.А., Щелкунов Л.Ф. 2002. Селен в медицине и экологии. М.: КМК. 134 с.
- Государственный доклад о состоянии здоровья населения Российской Федерации в 2002 году. М.: ГЭОТАР-МЕД, 2003.
- Измеров Н.Ф. 2002. Охрана здоровья рабочих и профилактика профессиональных заболеваний на современном этапе // Медицина труда и промышленная экология. № 1. С.1-7.
- Маймулов В.Г., Нагорный С.В., Шабров А.В. 2000. Основы системного анализа в эколого-гигиенических исследованиях. СПб.: СПб. ГМА им. И.И. Мечникова. 342 с.
- Онищенко Г.Г. 2004. Проблема химических воздействий в Российской Федерации и задачи здравоохранения // Бюллетень научного совета "Медико-экологические проблемы работающих". № 1. С.3-8.
- Скальный А.В. 2004. Химические элементы в физиологии и экологии человека. М.: Издат. Дом "ОНИКС 21 век": Мир. 216 с.
- Скальный А.В., Быков А.Т. 2003. Эколого-физиологические аспекты применения макро- и микроэлементов в восстановительной медицине. Оренбург: РИК ГОУ ОГУ. 198 с.
- Скальный А.В., Быков А.Т., Лимин Б.В. 2002. Диагностика, профилактика и лечение отравлений свинцом. М.: ВЦМК "Защита". 52 с.

