

Нотова С.В.\*, Некрасов В.И.\*\*, Фролова О.О.\*\*\*

\*Кафедра профилактической медицины Оренбургского государственного университета

\*\*Поликлиника МУ ОАО «Газпром», г. Москва

\*\*\*Институт биоэлементологии Оренбургского государственного университета

## ЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС РАБОТНИКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ г. ОРЕНБУРГА

Для установления возможной зависимости «элементного портрета» рабочих от профессиональной принадлежности проведен сравнительный групповой анализ содержания химических элементов в волосах работников различных предприятий.

### Материалы и методы

Оценка влияния производственных факторов на элементный статус человека проведена путем обследования элементного состава волос 289 работников промышленных предприятий и 186 служащих, занятых в непромышленной сфере, идентичных по полу и возрасту. Работники промышленных предприятий были разделены на 3 группы в зависимости от характера производства: работники топливно-энергетического комплекса (ТЭК) (n = 118), рабочие машиностроительного завода, связанные с металлообработкой (n = 88), и рабочие химического производства, контактирующие с углеводородными соединениями (n = 83).

Все образцы волос подвергались пробоподготовке согласно требованиям Методических рекомендаций «Скрининговые методы для выявления групп повышенного риска среди рабочих, контактирующих с токсичными химическими элементами» (М.: МЗ СССР, 1989 г.), а также Методических указаний 4.1.1482-03 и 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» (М.: Минздрав России, 2003).

Анализ исследуемых образцов осуществлялся в лаборатории АНО «Центра биотичес-

кой медицины», г. Москва (аттестат аккредитации ГСЭН.RU.ЦОА.311, регистрационный номер в Государственном реестре РОСС RU.0001.513118 от 29 мая 2003). Для определения содержания химических элементов использовались методы атомно-эмиссионного (Optima 2000DV, PerkinElmer Corp.) и масс-спектрального (ELAN 9000, PerkinElmer Corp.) анализов с индуктивно связанной плазмой, а также система пробоподготовки с использованием микроволнового разложения (Multiwave 3000, A. Paar) (Скальный и др., 2003).

Обработка результатов проводилась общепринятыми статистическими методами. Достоверность различий данных оценивалась с использованием критериев Стьюдента. Оценка корреляционных взаимосвязей между содержанием химических элементов в различных биосубстратах, пищевых продуктах и рационах проводилась с помощью ранговой корреляции по Спирмену с использованием программ «Statistica 6.0» и «Excel 2003» на РС.

### Результаты исследования и обсуждение

При рассмотрении содержания макроэлементов в волосах представителей различных профессиональных групп выявлено (табл.1), что содержание в волосах натрия во всех группах выше нормы, но максимальные отклонения

Таблица 1. Содержание макроэлементов в волосах представителей различных профессиональных групп  $M \pm m$  (мг/кг)

Элемент	Профессиональные группы			
	ТЭК (n=118)	Машиностроение (n=88)	Химическое п-во (n=83)	Служащие (n=186)
Ca	814,9±87,2*	1926,31±269,02	1621,59±198,2	1432,21±118,7
K	322,8±32,8	103,96±26,9*	123,97±23,8*	441,17±89,6
Mg	198,5±9,5	223,87±29,5	192,41±24,2	161,48±13,1
Na	690,3±81,7	343,02±50,6*	401,29±57,9*	690,85±106,5
P	163,4±3,4*	135,84±4,5*	136,33±3,7*	147,76±3,4

Примечание – \* – достоверная разница с группой служащих (p<0,05)

определяются у служащих и работников ТЭК – в 2,1 раза выше нормы и в 2 раза выше, чем у рабочих машиностроительного завода. Аналогичные результаты получены при оценке содержания калия – максимальные значения выявлены у служащих и работников ТЭК. У служащих содержание калия в 2,8 раза превышало верхнюю границу нормы и в 4 раза подобный показатель в группе рабочих машиностроительного завода. В группе работников ТЭК разница была не такой выраженной: по сравнению с нормой в 2 раза, а по сравнению с рабочими машиностроительного завода – в 3 раза. Среднее содержание фосфора соответствует оптимальному центильному интервалу во всех группах, но у работников ТЭК достоверно выше, а у машиностроителей и рабочих химического производства ниже, чем у служащих.

Содержание магния во всех группах превышает оптимальный центильный интервал, самое выраженное отклонение выявлено в группе машиностроителей – в 1,6 раза. Достоверной разницы между группами при оценке содержания магния не получено. Содержание кальция практически во всех группах соответствует норме, незначительное превышение в

группе машиностроителей, минимальные значения – у рабочих ТЭК.

При оценке распространенности отклонений от нормального содержания макроэлементов выявлено (рис. 1), что дефицит кальция характерен для 50% рабочих ТЭК, в этой профессиональной группе выявлено также самое большое количество лиц с повышенными значениями калия и натрия – 55,1% и 51,7% соответственно. Несмотря на то, что средние значения содержания фосфора соответствуют норме, для большого количества обследованных характерен дефицит содержания этого элемента в волосах: на химическом производстве – 50% лиц, а среди служащих – 36,6%.

Максимальное количество лиц с повышенным содержанием калия, натрия и фосфора выявлено среди рабочих ТЭК – 55,1%, 51,7% и 18,6% соответственно.

При оценке содержания эссенциальных и условно эссенциальных микроэлементов в волосах представителей различных профессиональных групп выявлено (табл. 2), что значения мышьяка, хрома и ванадия соответствуют норме, но у работников ТЭК они достоверно выше, чем у служащих.

Таблица 2. Содержание эссенциальных и условно эссенциальных микроэлементов в волосах представителей различных профессиональных групп М±m (мг/кг)

Элемент	Профессиональные группы			
	ТЭК (n =118)	Машиностроение (n =88)	Химическое п-во (n =83)	Служащие (n =186)
As	0,09±0,00*	0,06±0,01	0,07±0,02	0,06±0,00
Co	0,02±0,00	0,24±0,19	0,04±0,01	0,02±0,00
Cr	0,67±0,04*	0,86±0,21	0,48±0,05	0,47±0,02
Cu	12,8±0,4	13,9±0,8	13,3±0,71	13,7±0,53
Fe	56,4±6,8*	31,2±7,16	21,9±3,9	24,4±2,0
I	1,71±0,32	4,39±1,4*	5,73±2,24*	1,09±0,14
Li	0,05±0,01*	0,17±0,03*	0,15±0,02*	0,09±0,01
Mn	1,12±0,09	1,22±0,36	0,69±0,14*	1,11±0,15
Ni	0,6±0,06	0,76±0,17	0,45±0,06	0,47±0,03
Se	0,31±0,01	0,43±0,03*	0,39±0,03*	0,32±0,02
Si	42,9±3,1	21,8±3,78*	19,1±1,57	39,8±2,59
V	0,1±0,01	0,17±0,08	0,07±0,01	0,08±0,00
Zn	171,3±3,5	191,3±5,74*	179,9±4,11	177,7±3,57

Примечание – \* – достоверная разница с группой служащих (p<0,05)

Достоверных различий в содержании кобальта, никеля и меди у рабочих не получено. Содержание железа у энергетиков и машиностроителей превышает норму в 2,3 и 1,3 раза соответственно и у работников ТЭК достоверно выше, чем у служащих (в 2,3 раза,  $p < 0,05$ ). Достоверное различие между машиностроителями, работниками химического производства и служащими получено по йоду, селену и кремнию, причем содержание йода у рабочих химического производства превышает верхнюю границу референтных значений в 1,4 раза. Содержание лития выше нормы в обеих рассматриваемых группах, причем у рабочих химического производства достоверно выше (в 1,7 раза, соответственно), а у рабочих ТЭК достоверно ниже (в 1,8 раза), чем у служащих. Работники химического производства отличаются от служащих достоверно более низким содержанием марганца (в 1,6 раза).

При оценке распространенности отклонений содержания микроэлементов в волосах обследуемых различных профессиональных групп выявлено (рис. 2, 3), что практически для всех обследуемых, независимо от профессиональной принадлежности, характерно оптимальное содержание мышьяка и ванадия, дефицит селена и кобальта и избыток лития. При этом среди работников ТЭК дефицит селена характерен для абсолютного большинства обследуемых, повышенное содержание селена выявлено только у 1% служащих. Селен является антагонистом ряда тяжелых металлов (за счет нейтрализации процессов перекисного окисления липидов), поэтому его дефицит может потенцировать их накопление в организме работающих (Скальный А.В., Рудаков И.А., 2004). Дефицит селена является также одной из причин нарушения обмена тиреоидных гормонов (Велданова М.В., 2002), что является актуальным для жителей Оренбургской области.

Наибольшее количество лиц с дефицитом кобальта выявлено также в группе рабочих ТЭК (92%), при этом нет ни одного случая с избытком. В других профессиональных группах дефицит кобальта также имеет широкое распространение: среди служащих – 87%, машиностроителей – 60%, рабочих химического производства – 74%. Широкое распространение дефицита кобальта, вероятно, связано с высокими значениями содержания в волосах его антагониста – железа (Скальный А.В., Рудаков И.А., 2004). Для подавляющего большинства рабочих

ТЭК характерно повышенное содержание железа – 82% случаев, в то же время не выявлено не одного случая с дефицитом этого элемента. В других профессиональных группах нет какой-либо яркой тенденции в распространенности дефицитов или избытков этого элемента, но и у машиностроителей и у служащих все же чаще встречается избыточное содержание этого элемента (27 и 33% соответственно), а не дефицит (18 и 19%). Показатели содержания в волосах хрома и меди у большинства обследуемых имели оптимальные значения.

Подобные результаты получены и при рассмотрении распространенности отклонений в содержании йода, цинка, никеля и кремния. Большой разброс в содержании марганца выявлен при оценке индивидуальных анализов. Максимальное количество лиц с избыточным содержанием марганца (34%) и минимальное с дефицитом (12%) встречается среди работников ТЭК. Среди работников химического производства обратная тенденция: наибольшее количество обследованных с дефицитом (42%) и минимальное – с избытком (18%) этого элемента.

Особый интерес вызывает оценка содержания токсичных и потенциально токсичных элементов в волосах представителей различных профессиональных групп.

При сравнении полученных результатов с оптимальным центильным интервалом выявлено, что значения содержания алюминия, бериллия, ртути, олова и титана во всех рассматриваемых группах соответствуют норме, в то же время для всех характерно повышенное содержание свинца.

Наибольшие превышения нормы выявлены в группе рабочих ТЭК и машиностроения, в 1,6 раза и 2,5 раза соответственно. В рабочих группах выявлено также повышенное содержание кадмия (у машиностроителей – в 4 раза, у рабочих ТЭК – в 3,2), а в группе служащих полученный результат соответствует верхней границе нормы. При сравнении содержания токсичных элементов в волосах обследованных в зависимости от характера производства выявлено, что у рабочих ТЭК по сравнению со служащими достоверно ( $p < 0,05$ ) выше содержание алюминия (в 2 раза), кадмия (в 3,2 раза), титана (в 1,5 раза) и достоверно ниже содержание олова (в 1,6 раза).

У машиностроителей, по сравнению со служащими, достоверно ( $p < 0,05$ ) выше содержание в волосах кадмия (в 4 раза), свинца (в 2,2 раза) и олова (в 2,3 раза). Минимальное количество

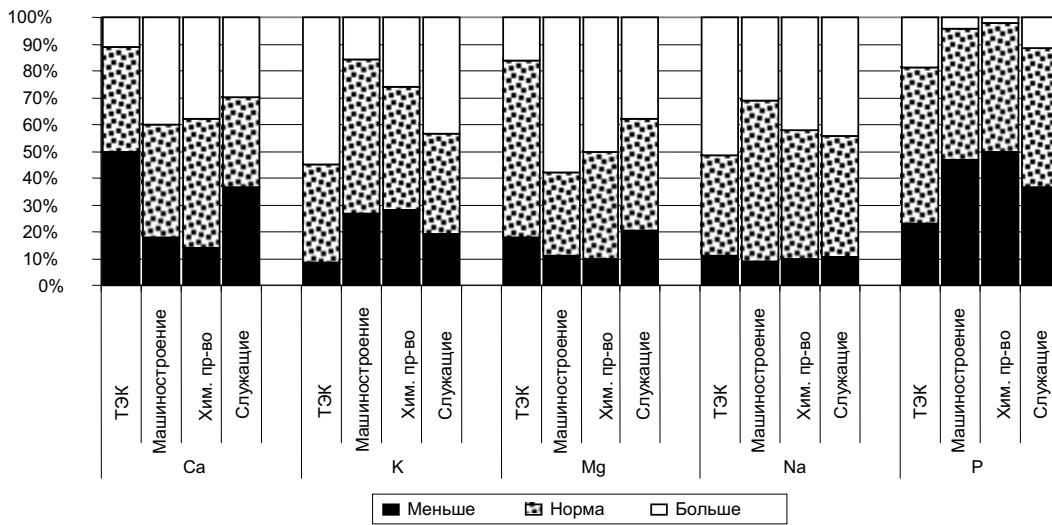


Рисунок 1. Распространенность отклонений содержания макроэлементов в волосах обследованных, занятых в промышленности и служащих

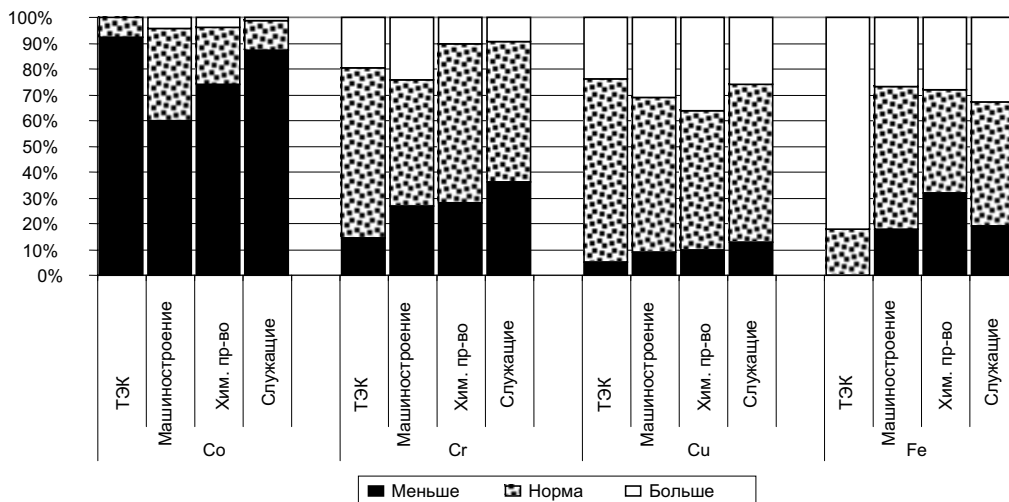


Рисунок 2. Распространенность отклонений в содержании кобальта, хрома, меди и железа в волосах обследованных различных профессиональных групп

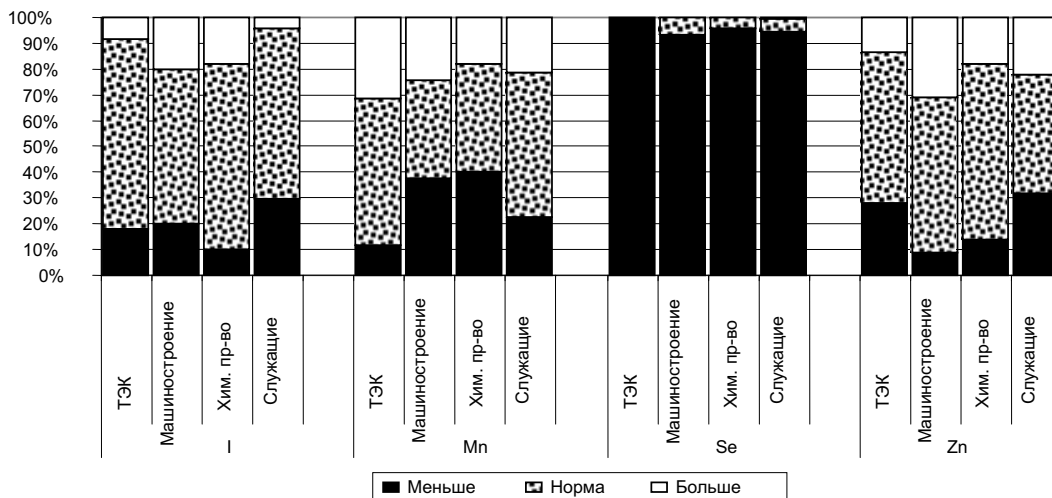


Рисунок 3. Распространенность отклонений в содержании йода, марганца, селена и цинка в волосах обследованных различных профессиональных групп

различий выявлено при сравнении рабочих химического производства и служащих, достоверно отличается только содержание алюминия (у служащих в 1,6 раза).

При оценке распространенности отклонений от нормы содержания токсичных элементов в рассматриваемых группах выявлено, что для большинства обследованных, не зависимо от характера производства, присущи оптимальные значения содержания ртути и примерно одинаковое во всех группах количество лиц с повышенным содержанием (от 5,7% до 7,6%). Ни в одной профессиональной группе не выявлено лиц с недостатком бериллия, в основном его значения соответствуют норме, а у части повышены (от 32% – среди служащих до 16% у рабочих химического производства и ТЭК). Полученные данные согласуются со средними популяционными показателями и, вероятно, в основном характеризуют геохимические особенности региона (Боев В.М. и др., 2004).

Распространенность отклонений от нормы содержания олова и титана имеет одинаковые

тенденции. Для большинства обследованных характерно нормальное их содержание, у рабочих-машиностроителей выявляется наибольшее количество отклонений: избыток титана – у 20% обследованных, олова – 9%, недостаток титана – 31%, олова – 27%.

Наибольший «разброс» определяется при оценке содержания алюминия, кадмия и свинца. Среди рабочих ТЭК выявлено наибольшее количество лиц с избыточным содержанием алюминия (38%) и кадмия (57%). Среди других групп, напротив, преобладают лица с недостатком алюминия (машиностроители – 73%, рабочие химического производства – 70%, служащие – 47%). Большая часть рабочих ТЭК и машиностроителей имеют избыток кадмия (57 и 53% соответственно) и свинца (50 и 51% соответственно).

Таким образом, характер профессиональной деятельности существенно влияет на элементный статус жителей г. Оренбурга, занятых в производственной сфере. Это указывает на необходимость строгого учета профессиональной принадлежности и профмаршрута при проведении эпидемиологических и медико-экологических исследований жителей городов.

**Список использованной литературы:**

1. Боев В.М. и др. Экология человека на урбанизированных и сельских территориях. – Оренбург, 2003. – 390 с.
2. Велданова М.В. Дефицит йода у человека // Микроэлементы в медицине. – 2001. – Т. 2. – Вып. 1. – С. 6-10.
3. Любченко П.Н., Ревич Б.А., Левченко И.И. Скрининговые методы для выявления групп повышенного риска среди рабочих, контактирующих с токсичными химическими элементами. / Метод. реком., утв. МЗ СССР 28.11.1988 г. – М., 1989. – 24 с.
4. Иванов С.И., Подунова Л.Г., Скачков В.Б., Тутельян В.А., Скальный А.В., Демидов В.А., Скальная М.Г., Серебрянский Е.П., Грабеклис А.Р., Кузнецов В.В. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрией: Методические указания (МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03). – М.: Федеральный Центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 56 с.
5. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. – М.: Издательский дом «ОНИКС XXI век: Мир, 2004. – 272 с.