

УДК 615.9:611.781

ИЗМЕНЕНИЯ В ЭЛЕМЕНТНОМ СОСТАВЕ ВОЛОС ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ КОНТАКТЕ С ТОКСИЧНЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Грабеклис А.Р.¹, Нечипоренко С.П.¹, Лакарова Е.В.², Скальный А.В.¹

¹Институт токсикологии Санкт-Петербург, Россия

²ГОУ ВПО Оренбургский государственный университет, Оренбург

Ключевые слова: токсические элементы, скрининг, волосы, элементный анализ

Введение

Последние десятилетия характеризуются повышенным риском ухудшения состояния здоровья населения России, в первую очередь – работников промышленных предприятий и жителей промышленных регионов, вследствие высокой степени износа промышленного оборудования и повышенного риска производственных аварий. Сочетание этих факторов с неблагоприятными социально-экономическими условиями жизни и трудовой деятельности, ухудшением питания, социального обеспечения и медицинской помощи населению в депрессивных регионах и так называемых «моногородах», по всей видимости, является одной из важнейших причин ухудшения показателей здоровья, в том числе высокой смертности среди трудоспособного мужского населения. Хорошо известно, что одним из факторов, снижающих уровень функциональных резервов организма человека, является избыточное накопление токсичных химических элементов, в том числе тяжелых металлов, и дефицит жизненно важных макро- и микроэлементов (Некрасов В.И., Скальный А.В., 2006; Чадова Л.А., 2008). При этом нарушается нормальное течение многих биохимических процессов, отрицательно отражающееся на состоянии иммунной, нервной, эндокринной и сердечно-сосудистой систем (Авцын А.П., и др., 1991; Кудрин А.В. и др., 2000; Оберлис Д., и др., 2008).

Раннее выявление метаболических расстройств и связанных с ними лечеб-

ных мероприятий требуют использования в практике различных служб здравоохранения современных, чувствительных и, желательно, нетравматичных методов диагностики. Одним из таких методов является оценка минерального баланса в организме человека путем количественного определения элементного состава различных биосубстратов: волос, ногтей, мочи, слюны и др. Оценка элементного состава биологических тканей и жидкостей человека является наиболее ответственным моментом в отношении получения достоверных данных об элементном статусе организма, о дефиците или избытке тех или иных химических элементов (Авцын А.П. и др., 1991, Скальная М.Г., 2004).

Известно, что содержание и, в особенности, соотношение элементов в биосубстратах являются чувствительным индикатором минерального гомеостаза. Нарушение метаболизма минеральных элементов является одним из наиболее чувствительных и рано диагностируемых признаков «сбоя» механизмов иммунитета (Скальный А.В. и др., 2003).

Первоначальное избыточное накопление химических элементов в тканях организма и последующее нарушение обмена химических элементов, вызванное воздействием отдельных или комплекса неблагоприятных факторов, включая воздействие повышенных количеств токсичных химических элементов в производственных условиях, приводит к каскаду патологических процессов и возник-

новению заболеваний.

С этой точки зрения носительство токсичных химических элементов является важным патогенетическим фактором снижения функциональных резервов, адаптационного потенциала и развития хронической патологии и, соответственно, отрицательно влияет на профессиональное долголетие. Кроме того, оно может ухудшать состояние здоровья населения прилегающих территорий.

Согласно данным мировой и отечественной научной литературы (Скальный А.В., 2000; Павловская Н.А., 2002; Любченко П.Н., и др., 1989), уже на стадии изменения элементного состава тканей организма можно проводить скрининговые исследования, которые направлены на раннее выявление и предупреждение развития патологических процессов (стадия метаболической декомпенсации и клинических изменений), и позволяют сформировать группы повышенного риска по контакту с токсичными химическими элементами и их соединениями и снизить риск возникновения профессиональных заболеваний.

В настоящей работе проводилось исследование элементного состава волос персонала химического предприятия ОАО «Химпром» (г. Новочебоксарск) и анализ связи между полученными данными и характером вредности работы и воздействием комплекса неблагоприятных производственных факторов. Также анализировались корреляция между содержанием отдельных химических элементов в волосах обследуемых и их возрастом и стажем работы, а также зависимость содержания химических элементов в волосах работников ОАО «Химпром» от наличия профессиональной вредности по соответствующему элементу.

Материалы и методы

Для изучения влияния производственного контакта с токсичными металлами на уровне воздействий малой интенсивности было обследовано 263 чело-

века, постоянно работающих на ОАО «Химпром» (г. Новочебоксарск, Республика Чувашия) и проживающих на территории г. Новочебоксарска. Все обследованные были мужчинами, распределение по возрастным интервалам было следующим: от 18 до 34 лет – 76 человек, от 35 до 49 лет – 74 человека, старше 50 лет – 113 человек.

Основную массу из числа обследованных работников ОАО «Химпром» представляют слесари (26,2 %), аппаратчики (19,7 %), мастера (12,1 %), котельщики (7,2 %), электрогазосварщики (5,0 %), токари (5,4 %), гуммировщики (4,6 %) и фрезеровщики (2,3 %).

В основном обследованы работники из цеха № 21 (46 % контингента), цехов № 2 (16 %), № 114 (16 %) и № 58 (11,8 %).

У большинства обследованных профессиональная вредность является постоянной (79 % – рабочие специальности), у остальных – периодической (21 % – ИТР, вспомогательный персонал). В дальнейшем исследовании лица с постоянной профессиональной вредностью рассматривались как основная группа, с периодической профессиональной вредностью – как группа сравнения.

В рамках обследования у работников был проведен анализ биологических образцов на содержание химических элементов. В волосах определялось содержание 25 химических элементов (Al, As, B, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, V, Zn). Определение проводилось комбинацией методов атомной эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой в лаборатории АНО «Центр биотической медицины».

Статистическая обработка полученных данных проводилась при помощи программных пакетов Microsoft Excel XP (Microsoft Corp., США) и Statistica 6.0 (StatSoft Inc., США).

Парное сравнение групп проводили с использованием *t*-критерия Стьюдента;

множественное сравнение – с применением однофакторного дисперсионного анализа, корреляционный анализ – с применением метода ранговой корреляции по Спирмену.

Результаты

Изучение влияния производственного контакта с токсичными металлами на уровне воздействий малой интенсивности проводили на химическом предприятии ОАО «Химпром» (г. Новочебоксарск). Наиболее распространенная на предприятии профессиональная вредность по избыточному контакту с химическими элементами и их соединениями – контакт с гидроксидом натрия (21,3 % работников), комплексом марганец-никель-хром-бериллий-свинец-цирконий-германий-титан (20,2 % работников),

натрий-фосфор (8,8 % работников), натрий-фосфор-цинк (8,4 % работников), свинец (2,3 % работников). Данные по производственной вредности были получены из индивидуальных профессиональных карт.

В таблице 1 приведены абсолютные значения содержания химических элементов в волосах обследованных.

Как видно из полученных результатов, в волосах лиц, постоянно контактирующих с вредными веществами (химическими элементами и их соединениями), по сравнению с группой сравнения (периодический контакт) достоверно повышено содержание кальция ($p < 0,05$), магния ($p < 0,01$), кобальта ($p < 0,01$), марганца, хрома, меди, лития ($p < 0,05$), а также наблюдается тенденция к повышению содержания

натрия, ванадия, железа и снижению фосфора. Сравнение содержания химических элементов в волосах в зависимости от работы в различных цехах (табл. 2) показало наличие связи между характером вредности и элементным составом волос работающих.

Для цеха № 21, в котором обследовано максимальное количество работников, в волосах максимально для ОАО «Химпром» повышено содержание бериллия, кобальта, хрома, а также выше контроля уровень мышьяка, меди, железа, калия, никеля, фосфора, селена, ванадия.

Таблица 1

Содержание химических элементов в волосах работников ОАО «Химпром» в зависимости от характера вредности (мг/кг)

Элемент	Периодическая			Постоянная			Отличие (p)
	n	Среднее содержание	Стандартная ошибка	n	Среднее содержание	Стандартная ошибка	
Al	56	14,1	1,3	206	14,2	0,5	0,936
As	56	0,0766	0,0067	206	0,0963	0,0062	0,115
B	56	0,811	0,089	206	3,253	2,049	0,536
Be	56	0,0059	0,0005	206	0,0069	0,0003	0,158
Ca	56	537,6	41,5	206	650,0	25,3	0,035*
Cd	56	0,137	0,025	206	0,329	0,085	0,246
Co	56	0,0122	0,0011	206	0,0286	0,0030	0,005*
Cr	56	0,322	0,022	206	0,417	0,020	0,020*
Cu	56	10,1	0,2	206	11,2	0,2	0,023*
Fe	56	21,8	2,1	206	28,6	1,8	0,055
Hg	56	0,526	0,049	206	0,557	0,036	0,670
I	56	0,861	0,126	206	7,663	4,085	0,387
K	56	268,8	66,7	206	366,7	32,1	0,167
Li	56	0,0312	0,0033	206	0,0433	0,0029	0,038*
Mg	56	45,2	3,7	206	62,5	2,9	0,003*
Mn	56	0,714	0,077	206	1,111	0,080	0,013*
Na	56	455,6	98,1	206	684,7	58,1	0,063
Ni	56	0,329	0,046	206	0,398	0,029	0,270
P	56	141,1	2,9	206	148,1	1,9	0,080
Pb	56	1,89	0,33	206	2,55	0,22	0,155
Se	56	0,400	0,026	206	0,446	0,014	0,140
Si	56	30,6	6,7	206	22,5	3,1	0,240
Sn	56	0,129	0,024	206	0,156	0,021	0,544
V	56	0,0552	0,0055	206	0,0682	0,0035	0,079
Zn	56	181,5	8,1	206	176,7	3,4	0,535

Примечание: * – различие статистически достоверно

Таблица 2

Содержание химических элементов в волосах у работников ОАО «Химпром» по цехам (мг/кг, M ± m)

Элемент	Цех 2	Цех 19	Цех 21	Цех 58	Цех 75	Цех 114	Цех 127
Al	12,6 ± 1	13,3 ± 1,6	14,1 ± 0,7	14,9 ± 1,3	7,8 ± 0	16,1 ± 1,7	14,4 ± 2,7
As	0,074 ± 0,0052	0,0716 ± 0,0101	0,0906 ± 0,0076	0,1439 ± 0,0199*	0,0607 ± 0	0,0882 ± 0,0148	0,104 ± 0,0508
B	10,9 ± 10	1,1 ± 0,3	1,4 ± 0,2	1,0 ± 0,1	0,5 ± 0	0,9 ± 0,1	0,8 ± 0,1
Be	0,0056 ± 0,0006	0,007 ± 0,001	0,0089 ± 0,0004*	0,0019 ± 0,0002*	0,0015 ± 0	0,0049 ± 0,0005	0,0045 ± 0,0018
Ca	635,1 ± 61	495,2 ± 61	619 ± 34,7	715,4 ± 45,1	542 ± 0	655,8 ± 52,7	527,8 ± 20
Cd	0,217 ± 0,076	0,312 ± 0,12	0,368 ± 0,142	0,298 ± 0,068	0,011 ± 0	0,136 ± 0,018	0,062 ± 0,044
Co	0,0164 ± 0,0016	0,013 ± 0,0017	0,0356 ± 0,0049*	0,0189 ± 0,0026	0,0048 ± 0	0,0147 ± 0,0014	0,0338 ± 0,0244
Cr	0,401 ± 0,025	0,175 ± 0,036*	0,465 ± 0,03	0,462 ± 0,036	0,169 ± 0	0,283 ± 0,021	0,334 ± 0,157
Cu	10,9 ± 0,4	10,5 ± 0,6	10,9 ± 0,3	12,8 ± 0,7	10,0 ± 0	10,4 ± 0,3	10,0 ± 1,0
Fe	20,2 ± 1,7	17,5 ± 2	30 ± 2,2	34 ± 6,9	6,5 ± 0	28 ± 3,2	14,3 ± 6
Hg	0,575 ± 0,061	0,529 ± 0,079	0,572 ± 0,05	0,553 ± 0,071	0,385 ± 0	0,498 ± 0,081	0,322 ± 0,087
I	3,22 ± 2,02	1,6 ± 0,8	11,16 ± 6,97	1,18 ± 0,54	0,64 ± 0	1,8 ± 0,46	0,93 ± 0,62
K	331,7 ± 69,6	240,1 ± 67,7	319,3 ± 32,3	841,2 ± 144,1*	24,7 ± 0	175,7 ± 52,2	45,5 ± 19,7
Li	0,0319 ± 0,0051	0,0399 ± 0,0055	0,0473 ± 0,0045	0,0298 ± 0,0027	0,0243 ± 0	0,0382 ± 0,0042	0,0531 ± 0,0075
Mg	50 ± 5,1	47,5 ± 4,3	67,3 ± 4,3	54,1 ± 4,6	41,3 ± 0	55 ± 5	41,3 ± 3,8
Mn	0,738 ± 0,111	0,674 ± 0,102	1,23 ± 0,124	1,088 ± 0,145	0,242 ± 0	0,95 ± 0,108	0,489 ± 0,229
Na	514 ± 87,3	390,7 ± 106,7	740,5 ± 81,7	860,8 ± 182	26,7 ± 0	499,4 ± 119,1	78,8 ± 24,8
Ni	0,267 ± 0,032	0,451 ± 0,13	0,401 ± 0,041	0,571 ± 0,083	0,113 ± 0	0,296 ± 0,031	0,244 ± 0,115
P	148,3 ± 3,6	127,6 ± 3,4*	150,6 ± 2,4	156,6 ± 6,9	124,7 ± 0	137,1 ± 2,8	148,9 ± 4,6
Pb	1,88 ± 0,38	1,83 ± 0,66	2,95 ± 0,32	2,68 ± 0,53	0,04 ± 0	1,43 ± 0,17	3,9 ± 2,14
Se	0,286 ± 0,034*	0,416 ± 0,022	0,472 ± 0,018	0,595 ± 0,025*	0,221 ± 0	0,371 ± 0,029	0,573 ± 0,086
Si	38,3 ± 10,9	18,5 ± 3,3	18,3 ± 1,6	31,7 ± 15,7	2,3 ± 0	25,6 ± 6	23,1 ± 3,7
Sn	0,0957 ± 0,0126	0,141 ± 0,039	0,208 ± 0,036	0,109 ± 0,02	0,02 ± 0	0,078 ± 0,007	0,136 ± 0,049
V	0,0805 ± 0,0043	0,0159 ± 0,0029*	0,074 ± 0,0053	0,0765 ± 0,0048	0,0015 ± 0	0,0475 ± 0,0052	0,0535 ± 0,0425
Zn	181,7 ± 8,8	187,5 ± 8	169,1 ± 4,9	196,5 ± 10	189,2 ± 0	178,3 ± 6,6	189,5 ± 9,1

Примечание: * – отличие от значений в других цехах статистически достоверно

В цехе № 2 ($n = 42$) обнаружено максимальное содержание ванадия, выше контроля – содержание мышьяка, бериллия, кобальта, хрома, меди, железа, калия, никеля, фосфора, селена. В цехе № 114 ($n = 42$) превышения в содержании химических элементов в волосах носят умеренный характер и касаются мышьяка, бериллия, кобальта, хрома, меди, железа, калия, никеля, фосфора, селена и ванадия. Максимально отличаются от среднего уровня по предприятию показатели содержания в волосах мышьяка, меди, железа, калия, никеля, фосфора, селена, в меньшей степени ванадия в цехе № 58. В цехе № 19 элементный состав волос отличается максимальным содержанием ванадия, а также повышенным уровнем мышьяка, бериллия, кобальта, хрома, меди, железа, калия, никеля, фосфора. Данные по цехам №№ 75 и 127 не анализировались из-за недостаточного объема выборки.

Из вышеизложенного следует, что наиболее изменен в сторону повышенного содержания химических элементов состав волос работников цехов №№ 58 и 21 (табл. 2). Вне зависимости от рабо-

ты в том или ином цехе предприятия комплекс накапливаемых химических элементов один и тот же, то есть в целом все работники предприятия в большей или меньшей степени подвергаются негативному воздействию комплекса токсичных и условно токсичных химических элементов и испытывают риск техногенного полигиперэлементоза (ванадий, никель, мышьяк, фосфор – все цеха; бериллий – №№ 21, 19, 2; кобальт – № 21, хром – №№ 21, 58, 2; медь, железо – № 58; фосфор – №№ 58, 21, 2, 127). Грубые изменения в содержании калия в волосах у работников цеха № 58 отражают, вероятно, риск вторичных изменений в обмене этого важнейшего макроэлемента в результате максимального для предприятия воздействия комплекса неблагоприятных производственных факторов, включая нагрузку в результате контакта с NaOH.

Результаты проведенного регрессионного анализа (таблица 3) демонстрируют зависимость содержания отдельных химических элементов в волосах от возраста и стажа обследованного контингента.

От возраста зависит уровень в волосах цинка (достоверно снижается), натрия, железа, магния, кобальта, ванадия (достоверно повышается). Увеличение стажа трудовой деятельности согласуется с достоверным повышением содержания в волосах ртути на фоне снижения кобальта. Таким образом, возраст, а не стаж работы на предприятии отражает, вероятно, снижение адаптационного потенциала организма по отношению к воздействию комплекса вредных производственных факторов.

Как было описано ранее (Некрасов В.И., Скальный А.В., 2006), снижение содержания цинка в волосах характерно для лиц опасных профессий и отражает снижение с возрастом уровня функциональных резервов организма, в частности, ухудшает состояние иммунной и

антиоксидантной систем, деятельность поджелудочной железы.

Как следует из данных, представленных в таблице 4, наличие металлов свинца, марганца, хрома, бериллия в качестве компонентов профессиональной вредности достоверно влияет на накопление их в организме работников ОАО «Химпром». Для никеля это отмечается на уровне тенденции.

В то же время наличие вредности по натрию, фосфору, бору, цинку и кремнию не отражается на содержании этих химических элементов в волосах. Этот факт очень важен в плане оценки информативности волос в качестве индикаторного биосубстрата при нагрузке различными химическими элементами.

Как следует из приведённых данных, волосы достоверно отражают повышенную профес-

Таблица 3

Зависимость содержания химических элементов в волосах работников ОАО «Химпром» от возраста и стажа

Элемент	n	b0 ± 95 %CI	b1 ± 95 %CI	b2 ± 95 %CI	ε
Al	262	* 15,413 ± 4,255	-0,049 ± 0,130	0,053 ± 0,142	0,2
As	262	* 0,057 ± 0,044	0,001 ± 0,001	0,000 ± 0,001	2,1
B	262	5,983 ± 14,283	-0,168 ± 0,436	0,254 ± 0,477	0,4
Be	262	* 0,006 ± 0,003	0,000 ± 0,000	-0,000 ± 0,000	0,7
Ca	262	* 563,089 ± 191,659	2,191 ± 5,846	-2,227 ± 6,399	0,2
Cd	262	0,301 ± 0,599	-0,002 ± 0,018	0,004 ± 0,020	0,1
Co	262	-0,002 ± 0,021	* 0,00090 ± 0,00064	* -0,0008 ± 0,0007	3,0
Cr	262	* 0,167 ± 0,140	0,004 ± 0,004	0,002 ± 0,005	7,6
Cu	262	* 10,821 ± 1,659	-0,015 ± 0,051	0,045 ± 0,055	1,6
Fe	262	10,656 ± 12,419	* 0,442 ± 0,379	-0,204 ± 0,415	2,8
Hg	262	* 0,365 ± 0,240	0,000 ± 0,007	* 0,0087 ± 0,0080	5,3
I	262	-3,304 ± 28,255	-0,051 ± 0,862	0,704 ± 0,943	2,0
K	262	175,799 ± 244,670	1,318 ± 7,463	6,259 ± 8,169	3,4
Li	262	* 0,028 ± 0,021	0,001 ± 0,001	-0,001 ± 0,001	1,1
Mg	262	* 40,464 ± 21,128	* 0,645 ± 0,644	-0,603 ± 0,705	1,5
Mn	262	0,285 ± 0,569	0,017 ± 0,017	-0,003 ± 0,019	3,2
Na	262	77,571 ± 405,486	* 12,694 ± 12,369	-1,716 ± 13,539	3,5
Ni	262	* 0,332 ± 0,224	0,001 ± 0,007	0,001 ± 0,007	0,3
P	262	* 147,186 ± 14,355	-0,157 ± 0,438	0,401 ± 0,479	1,5
Pb	262	0,084 ± 1,557	0,032 ± 0,048	0,050 ± 0,052	9,3
Se	262	* 0,318 ± 0,108	0,002 ± 0,003	0,001 ± 0,004	3,7
Si	262	* 52,774 ± 24,524	-0,736 ± 0,748	0,271 ± 0,819	2,3
Sn	262	0,069 ± 0,155	0,001 ± 0,005	0,002 ± 0,005	1,3
V	262	0,021 ± 0,026	* 0,0011 ± 0,0008	-0,0003 ± 0,0009	5,5
Zn	262	* 231,136 ± 26,790	* -1,179 ± 0,817	-0,042 ± 0,895	8,6

Примечание: b0 – свободный член уравнения регрессии, характеризующий содержание элемента при нулевом возрасте и стаже; b1 – коэффициент, описывающий направление и силу влияния возраста; b2 – коэффициент, описывающий направление и силу влияния стажа; 95 %CI – доверительный интервал 95 %; ? – % объясненной дисперсии; * – достоверное отличие показателя от нуля.

сиональную нагрузку свинцом, никелем, марганцем, хромом, бериллием и их соединениями, которые являются вредным фактором производства на ОАО «Химпром». В случае с натрием, фосфором, кремнием, цинком и бором данная закономерность не просматривается. Это, по нашему мнению, объясняется однозначно высоким содержанием натрия, фосфора, цинка и кремния в волосах (десятки и сотни мг/кг), вследствие чего отмеченное повышение содержания этих химических элементов в волосах было недостовер-

Зависимость содержания химических элементов в волосах работников ОАО «Химпром» от наличия вредности по соответствующему элементу

Элемент	Профессиональный контакт отсутствует		Профессиональный контакт имеет место		Отличие (p)
	n	M ± m (мг/кг)	n	M ± m (мг/кг)	
B	228	2,98 ± 1,85	34	1,04 ± 0,19	0,686
Be	203	0,0058 ± 0,0003	59	0,0096 ± 0,0007	* 0,000
Cr	202	0,369 ± 0,017	60	0,487 ± 0,043	* 0,003
Mn	202	0,934 ± 0,065	60	1,34 ± 0,18	* 0,010
Na	119	609,6 ± 68,1	143	657,6 ± 73,4	0,637
Ni	202	0,360 ± 0,028	60	0,459 ± 0,057	0,101
P	211	147,4 ± 1,7	51	143,5 ± 4,8	0,347
Pb	190	2,09 ± 0,19	72	3,27 ± 0,45	* 0,005
Si	227	25,0 ± 3,2	35	19,4 ± 4,2	0,497
Zn	239	176,8 ± 3,4	23	187,5 ± 8,0	0,341

Примечание: * – различие статистически достоверно

ным. Напротив, в случае химических элементов, нормальное содержание которых в волосах составляет от десятых до единиц мг/кг волос, производственный контакт с этими микроэлементами достоверно отразился на их содержании в виде повышения.

Таким образом, чем ниже фоновое (нормальное) содержание химического элемента в биосубстрате, тем более он подходит на роль индикатора носительства или отравления этим химическим элементом.

Принимая во внимание тот факт, что использование волос в качестве биосубстрата не может исключить риск загрязнения химическими элементами за счет внешней сорбции, следует подчеркнуть, что в этих условиях также неизбежно происходит поступление химического загрязнителя внутрь организма через органы дыхания, слизистые оболочки и покровы тела. Как убедительно демонстрируют данные проведенного анализа, даже умеренно повышенное содержание (ниже ПДК) химических элементов в воздухе рабочей зоны и соответствующее его поступление внутрь организма отражается на содержании этого химического элемента в волосах, причем достоверность изменений повышается по мере снижения фонового (нормального) со-

Таблица 4 держания соответствующего химического элемента в биосубстрате.

В результате проведенного нами исследования было показано, что умеренная субклиническая нагрузка соединениями химических элементов хорошо детектируется в диагностических биосубстратах современными методами анализа – ИСП-АЭС (макро-

элементы и ряд микроэлементов) и ИСП-МС (микро- и ультрамикроэлементы, включая токсичные металлы). При этом обнаруживаются как повышенные уровни используемых на производстве химических элементов, так и дефициты химических элементов, являющихся их функциональными антагонистами, и, вероятно, вторичные дисбалансы жизненно важных химических элементов (калия, селена, кальция, цинка и др.).

Волосы являются наиболее чувствительным к накоплению химических элементов биосубстратом. Они отражают профессиональную нагрузку организма свинцом, марганцем, хромом, бериллием, никелем – тяжелыми металлами, тогда как профессиональный контакт с соединениями натрия, фосфора, бора, кремния, относящихся к макроэлементам (натрий, фосфор), неметаллам (кремний, бор), а также тяжелым металлам (цинк), играющим многообразную роль в организме, не отражается на содержании этих химических элементов в волосах.

В условиях ОАО «Химпром» трудовой стаж и, соответственно, длительность профессионального контакта с химическими элементами на производстве отражается в виде накопления в биосубстратах ряда химических элементов. Так, в волосах с возрастом повышается со-

держание натрия, магния, железа, кобальта, ванадия и снижается содержание цинка. То есть, возраст в большей степени, чем продолжительность трудовой деятельности и контакта с вредными веществами в производственных условиях ОАО «Химпром» влияет на состояние обмена макро- и микроэлементов. Нагрузка токсичными химическими элементами играет дополнительную роль в ухудшении показателей минерального обмена и может усиливать отрицательное влияние возраста на уровень функциональных резервов организма. Определение содержания многих химических элементов в волосах, в первую очередь токсичных металлов (марганца, свинца, бериллия, ртути, олова, ванадия), а также натрия, фосфора, мышьяка и йода, скорее всего, отражает их накопление во внутренней среде организма. Поэтому использование волос в качестве биосубстрата для неинвазивного скрининга и мониторинга носительства перечисленных выше химических элементов представляется целесообразным и адекватным.

Литература

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
2. Кудрин А.В., Скальный А.В., Жаворонков А.А., Скальная М.Г. Иммунофармакология микроэлементов. – М.: КМК, 2000. – 456 с.
3. Любченко П.Н., Ревич Б.А., Левченко И.И. Скрининговые методы для выявления групп повышенного риска среди рабочих, контактирующих с токсичными химическими элементами: Методические рекомендации. – М., 1989. – 21 с.
4. Некрасов В.И., Скальный А.В. Элементный статус лиц вредных и опасных профессий. - Оренбург: РИК ОГУ, 2006. – 230 с.
5. Оберлис Д., Харланд Б., Скальный А. Биологическая роль макро- и микро-

элементов у человека и животных. – СПб.: Наука, 2008. – 544 с.

6. Павловская Н.А., Кирьяков В.А., Савельев С.И. Свинец, ртуть, никель: ранняя диагностика токсического действия на организм. – Липецк. 2002. – 240 с.
7. Скальная М.Г., Нотова С.В. Макро- и микроэлементы в питании современного человека: эколого-физиологические и социальные аспекты. - М.: РОСМЭМ, 2004. – 310 с.
8. 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.
9. Скальный А.В., Быков А.Т., Серебрянский Е.П., Скальная М.Г. Медико-экологическая оценка риска гипермикроэлементозов у населения мегаполиса. - Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2003.
10. Чадова Л.А. Диагностика и восстановительная коррекция элементного статуса сотрудников тепловых электроцентралей // Автореф. дисс... на соискание ученой степени канд. мед. наук. - М., 2008. – 24 с.

Резюме

ЗМІНИ В ЕЛЕМЕНТНОМУ СКЛАДІ ВОЛОССЯ ПРИ ВИРОБНИЧОМУ КОНТАКТІ З ТОКСИЧНИМИ МЕТАЛАМИ

*Грабекліс А.Р., Нечипоренко С.П.
Лакарова О.В., Скальний А.В*

Проведено дослідження елементного складу волосся 263 працівників ОАО «Химпром» і зіставлення результатів з дією несприятливих виробничих чинників, а також віком і стажем обстежених. Показано, що волосся достовірно відображає підвищене професійне навантаження свинцем, нікелем, марганцем, хромом, берилієм і їх з'єднаннями, які є шкідливим чинником виробництва на ВАТ «Химпром», а також наявність зв'язку між віком і елементним складом волосся тих, що працюють. Стаж роботи не робив безпо-

середнього впливу на вміст окремих хімічних елементів у волоссі обстежуваних. Таким чином, використання волосся як біосубстрат для неінвазивного скринінгу і моніторингу носійства хімічних елементів у працівників шкідливих виробництв представляється адекватним і доцільним.

Ключові слова: токсичні елементи, скринінг, волосся, елементний аналіз

Summary

CHANGES IN ELEMENT STRUCTURE OF HAIR AT INDUSTRIAL CONTACT TO TOXIC METALS

*Grabeklis A.R., Nechiporenko S.P.,
Lakarova E.V., Skalny A.V.*

Research of element structure of hair of 263 workers of "Khimprom" chemical plant (Novocheboksarsk, Russia) and comparison of results to action of adverse production factors, and also age and the

experience of the surveyed is carried out. It is shown that hair authentically reflect the raised professional loading lead, nickel, manganese, chrome, a beryllium and their connections which are the harmful factor of manufacture on Open Society "Himprom, and also communication presence between age and element structure of hair working. The experience of work did not render direct influence on the maintenance of separate chemical elements in hair surveyed. Thus, use of hair as a biosubstratum for noninvasive screening and monitoring носительства chemical elements at workers of harmful manufactures is represented adequate and expedient.

Keywords: toxic elements, hairs, element analysis

*Впервые поступила в редакцию 16.07.2010 г.
Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования*

УДК: 613.3+615.9+616-057.001.5

ОСОБЛИВОСТІ КАРДІОТОКСИЧНОЇ ДІЇ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ — СВИНЦЮ, РТУТІ І МАРГАНЦЮ — З УРАХУВАННЯМ ВІКОВИХ РЕАКЦІЙ ОРГАНІЗМУ

Короленко Т.К.

ДУ «Інститут медицини праці АМН України», м. Київ, tkorolenko@gmail.com

Ключові слова: кардіотоксична дія, важкі метали, вік

В даний час захворювання серцево-судинної системи займають одне з провідних місць. Виникненню даної патології сприяють багато причин, в першу чергу, порушення режиму харчування, гіподинамія, шкідливі звички (куріння, алкоголь), вікові зміни [1,2].

Суттєвий вплив на виникнення, перебіг та результат серцево-судинних захворювань чинять хімічні фактори виробничого і навколишнього середовища. Будь-яка хронічна дія хімічних факторів у тому числі солей важких металів в умовах виробництва в тому чи іншому ступені супроводжується змінами в серцево-судинній системі [3,4]. Зокрема зазначається,

що зміни з боку серцево-судинної системи за дії свинцю характеризуються нестійкістю артеріального тиску з підвищенням тону периферичних судин, і як наслідок — з чіткою тенденцією до гіпертензії [5-7]. У осіб, які піддавались в умовах виробництва довготривалій дії порівняно невеликих концентрацій ртуті та її сполук, відзначалась виражена тенденція до підвищення рівня серцево-судинних захворювань. На фоні змін функціонального стану міокарду виявлявся значний відсоток випадків розвитку артеріальної гіпотонії [8]. Впливу марганцю на серцево-судинну систему є досить різноманітним [9, 10].