

ОСОБЕННОСТИ БИОЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА У СОТРУДНИКОВ МЧС РОССИИ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

¹ Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова
МЧС России (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2);

² Управление медико-психологического обеспечения МЧС России (Россия, Москва, ул. Ватутина, д. 1)

Актуальность. Профессиональная деятельность сотрудников МЧС России, работающих в условиях Арктики, вызывает продолжительные нервные и эмоциональные перегрузки, связанные с влиянием климата, физических факторов, питания [1, 2]. Принимая во внимание региональные особенности субъектов России по распространенности микроэлементозов природного и техногенного происхождения, становится очевидной необходимость исследований с целью выявления отклонений, связанных с микронутриентной обеспеченностью эссенциальными биоэлементами и нагрузкой токсичными химическими элементами у сотрудников МЧС России, работающих в Арктической зоне России.

Цель – установить региональные особенности биоэлементного статуса у сотрудников МЧС России, работающих в условиях Арктической зоны, проявляющиеся дефицитом эссенциальных и инкорпораций токсичных элементов.

Методология. Определение показателей биоэлементного статуса в пробах волос проводили методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на приборе «Agilent7900 ICP-MS» [6]. В исследовании приняли участие 110 сотрудников МЧС России в возрасте от 20 до 60 лет (1-я группа). Проанализированы изменения обмена химических элементов в возрастных подгруппах (20–30, 31–39 и 40 лет и более) и в зависимости от стажа работы в Арктической зоне (до 4, 5–9 и 10 лет и более). Контрольную (2-я) группу составили 104 сотрудника МЧС России Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

Результаты и обсуждение. В зависимости от профессиональной деятельности у пожарных (n = 30) и спасателей (n = 80) 1-й группы различий в биоэлементном статусе не обнаружено. При сравнении показателей биоэлементного статуса у сотрудников МЧС России в 1-й группе выявлен дефицит кобальта, йода, магния и селена, а также избыточное содержание токсичных элементов, таких как никель – у 9%, кадмий – у 10%, серебро – у 10%, мышьяк – у 5%, алюминий – у 11% и свинец – у 9% сотрудников. С возрастом отмечается тенденция к накоплению токсичных элементов (алюминия, мышьяка и свинца), особенно эти изменения выражены в возрастной группе после 40 лет. Установлены нарастающий дефицит магния, селена, йода и динамика накопления алюминия, мышьяка и свинца у сотрудников со стажем работы в условиях Арктической зоны 10 лет и более.

Заключение. В результате оценки биоэлементного статуса у сотрудников МЧС России, работающих в условиях Арктики, для профилактики дисэлементозов следует принимать витаминно-минеральные комплексы, содержащие йод, магний, селен и кобальт; для более быстрого выведения избытка токсичных элементов – использовать сорбенты и включить в рацион питания продукты, которые богаты пищевыми волокнами. Рекомендуется внедрение определения химических элементов в биологическом материале (волосы) в план диспансерного наблюдения у лиц, работающих в условиях Крайнего Севера. Это будет особенно актуально для лиц с длительным стажем работы и возрастом 40 лет и более для определения групп риска и индивидуальной коррекции нарушений метаболизма.

Ключевые слова: пожарный, спасатель, биоэлементный статус, эссенциальные элементы, токсичные элементы, Арктика, МЧС России.

Введение

Последнее время набирает рост актуальность исследований, связанных с обменом биогенных химических веществ [4, 9]. Нарушения биоэлементного статуса в организме

являются важным компонентом понижения адаптационно-приспособительных механизмов, что дает основание считать микроэлементозы одним из факторов риска развития соматической патологии [3, 5, 8].

Яковлева Мария Владимировна – канд. биол. наук., ст. науч. сотр., Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), e-mail: iakorobok@mail.ru;

✉ Санников Максим Валерьевич – канд. мед. наук доц., вед. науч. сотр., Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), e-mail: smakv@mail.ru; Нестеренко Наталия Владимировна – канд. мед. наук доц., нач. Упр. медико-психол. обеспечения МЧС России (Россия, 121357, Москва, ул. Ватутина, д. 1), e-mail: umpro08@yandex.ru;

Алексанин Сергей Сергеевич – д-р. мед. наук проф., чл.-кор. Рос. акад. наук, директор, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), e-mail: medicine@nrcerm.ru

Плохая экология, урбанизация, промышленные производства и другие техногенные процессы, неадекватные вкусовые предпочтения и привычки – причина ухудшения биоэлементного статуса у людей. Требуется сохранность оптимального биоэлементного гомеостаза, особенно у людей, которые в силу особенностей трудовых условий превышают индивидуальные пределы адаптационных резервов, в частности, в напряженных условиях среды. Для представителей лиц опасных профессий характерны нарушения обмена питательных веществ, в частности, химических макро- и микроэлементов, что подтверждается научными исследованиями [2, 10]. Это способствует целому каскаду нарушений в регуляции обменных процессов со снижением функциональных резервов, последующей дезадаптацией и возникновением соматической патологии [11, 12].

Сотрудники МЧС России, работающие в условиях Арктики, безусловно, относятся к этой профессиональной группе. Нередко их труд связан с продолжительными физическими и эмоциональными нагрузками. Климат, география, хозяйственные и бытовые условия, питание, физические и химические факторы в деятельности лежат в основе текущей ситуации с состоянием их здоровья. Принимая во внимание региональные особенности субъектов России, в частности, распространенность микроэлементозов природного и техногенного происхождения, становится очевидной необходимость исследований по микронутриентной обеспеченности эссенциальными биоэлементами и нагрузкой токсичными химическими элементами у сотрудников МЧС России, работающих в Арктической зоне.

Цель – установить региональные особенности биоэлементного статуса у сотрудников МЧС России, работающих в условиях Арктической зоны.

Материал и методы

1-ю группу составили 110 сотрудников Мурманского арктического комплексного аварийно-спасательного центра филиала Северо-Западного регионального поисково-спасательного отряда МЧС России и специализированной пожарной части, пожарно-спасательной части № 7 Главного управления МЧС России по Мурманской области (г. Мурманск и г. Кировск Мурманской области), которых обследовали в начале полярной ночи в 2019 г. и после окончания полярной ночи в феврале 2020 г.

Сотрудников МЧС России 1-й группы разделили на подгруппы: 80 (72,7%) спасателей, участвующих в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, не связанных с пожаротушением, составили подгруппу 1А, 30 (27,3%) пожарных, принимающих непосредственное участие в тушении пожара, – подгруппу 1Б. В возрасте 20–30 лет было 32 (29,1%) сотрудника 1-й группы, 31–39 лет – 49 (44,5%), 40 лет и более – 29 (26,4%) сотрудников. Стаж работы в условиях Арктики до 4 лет имели 34 (30,9%) человека, 5–9 лет – 44 (40%), 10 лет и более – 32 (29,1%) сотрудника МЧС России 1-й группы.

В качестве сравнения (2-я группа) использовали показатели химического состава биосубстратов (волос) у 104 сотрудников (пожарные и спасатели) МЧС России Северо-Западного региона (Санкт-Петербург и Ленинградская область).

Отбор проб волос проводили в соответствии с утвержденной методикой (МУК 4.1.1483-03). Исследование биопроб волос осуществили в лаборатории элементного анализа Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. Определение показателей биоэлементного статуса в пробах волос проводили методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на приборе «Agilent7900 ICP-MS» [6, 10]. В ходе исследования определяли 35 химических элементов [жизненно необходимых – бор (В), натрий (Na), магний (Mg), фосфор (P), калий (K), кальций (Ca), ванадий (V), хром (Cr), железо (Fe), марганец (Mn), кобальт (Co), медь (Cu), цинк (Zn), селен (Se), йод (I), молибден (Mo), кремний (Si), германий (Ge); токсичных – титан (Ti), сурьма (Sb), серебро (Ag), алюминий (Al), мышьяк (As), барий (Ba), бериллий (Be), кадмий (Cd), цезий (Cs), ртуть (Hg), литий (Li), никель (Ni), свинец (Pb), рубидий (Rb), стронций (Sr), таллий (Tl), олово (Sn)].

Для обработки и анализа данных использовали пакет прикладных программ Statistica 7.0. В тексте представлены медианы показателей химического состава биосубстратов, сходство–различия в группах провели при помощи U-критерия Манна–Уитни.

Результаты и их анализ

С целью оценки влияния на биоэлементный статус факторов профессиональной деятельности у сотрудников МЧС России, работающих в условиях Арктики (1-я группа), провели сравнение показателей биоэлементного статуса в подгруппах 1А и 1Б. Достоверных отличий

Таблица 1

Содержание химических элементов в пробах волос у спасателей и пожарных МЧС России, работающих в Арктической зоне России, мкг/г

Элемент	Подгруппа, медиана		Референтный интервал	Элемент	Подгруппа, медиана		Референтный интервал
	1А	1Б			1А	1Б	
Алюминий	11,89	12,26	6,00–30,00	Мышьяк	0,016	0,019	0,001–0,100
Барий	0,69	0,83	0,20–5,00	Натрий	242,05	231,35	38,0–800,0
Бериллий	0,000	0,000	0,000–0,010	Никель	0,41	0,32	0,10–2,00
Бор	0,42	0,59	0,10–3,50	Олово	0,34	0,26	0,00–5,00
Ванадий	0,021	0,017	0,005–0,500	Ртуть	0,107	0,098	0,000–2,000
Германий	0,084	0,085	0,070–0,500	Рубидий	0,059	0,098	0,001–1,500
Железо	21,05	17,35	10,00–50,00	Свинец	0,79	0,40	0,10–5,00
Йод	0,060	0,084	0,100–4,200	Селен	0,48	0,51	0,50–2,20
Кадмий	0,04	0,02	0,01–0,25	Серебро	0,112	0,084	0,001–0,300
Калий	96,1	113,6	30,0–460,0	Стронций	2,04	0,86	0,30–5,00
Кальций	454,4	463,7	300,0–1700,0	Сурьма	0,01	0,02	0,00–0,50
Кобальт	0,037	0,034	0,050–0,500	Талий	0,00	0,00	0,00–0,02
Кремний	145,8	263,5	50,0–1900,0	Титан	1,557	1,380	0,048–14,000
Литий	0,019	0,039	0,000–0,250	Фосфор	111,1	131,8	50,0–200,0
Магний	48,03	45,38	25,00–140,00	Хром	0,20	0,40	0,15–2,00
Марганец	0,52	0,39	0,10–1,00	Цезий	0,00	0,00	0,00–0,00
Медь	6,65	7,83	5,70–15,00	Цинк	109,7	89,1	75,0–230,0
Молибден	0,044	0,036	0,020–0,500				

чий выявлено не было, что позволило объединить эти подгруппы в одну группу (табл. 1).

Для оценки региональных особенностей биоэлементного статуса у спасателей и пожарных, работающих в Арктическом регионе, проведено сравнение содержания химических элементов в волосах у сотрудников МЧС России 1-й и 2-й группы (табл. 2). По сравнению с Северо-Западным регионом у спасателей и пожарных, работающих в Арктическом регионе, был выявлен дефицит жизненно необходимых элементов: йода, магния и селена.

Разница медиан между 1-й и 2-й группой по этим элементам достигала 1,6–1,9 раза, отличия на уровне $p < 0,05$. Обращает на себя внимание дефицит кобальта в двух сравниваемых группах, медиана этого показателя была меньше нижней границы референтного интервала (см. табл. 1), что характерно для геохимических регионов проживания этих лиц.

Кобальт – жизненно важный биоэлемент, является неотъемлемой частью ферментативных процессов, входит в состав цианокобаламина (B_{12}), участвует в образовании тиреоидных гор-

Таблица 2

Содержание химических элементов в пробах волос у спасателей и пожарных МЧС России, работающих в Арктической зоне России, и референтной группы, мкг/г

Элемент	Группа, медиана		p <	Элемент	Группа, медиана		p <
	1-я	2-я			1-я	2-я	
Алюминий	12,21	9,46		Мышьяк	0,016	0,012	
Барий	0,72	0,99		Натрий	234,8	213,2	
Бериллий	0,000	0,000		Никель	0,35	0,24	
Бор	0,48	0,304		Олово	0,29	0,36	
Ванадий	0,017	0,027		Ртуть	0,101	0,195	
Германий	0,085	0,092		Рубидий	0,084	0,090	
Железо	19,88	24,62		Свинец	0,59	0,16	0,05
Йод	0,072	0,118	0,05	Селен	0,49	0,92	0,05
Кадмий	0,03	0,01		Серебро	0,105	0,086	
Калий	105,8	93,4		Стронций	1,51	0,95	
Кальций	457,2	316,4		Сурьма	0,01	0,00	
Кобальт	0,036	0,039		Талий	0,00	0,00	
Кремний	210,9	278,9		Титан	1,52	2,18	
Литий	0,034	0,068	0,05	Фосфор	121,1	118,8	
Магний	45,59	81,46	0,05	Хром	0,29	0,31	
Марганец	0,45	0,34		Цезий	0,00	0,00	
Медь	7,19	6,85		Цинк	94,5	84,9	
Молибден	0,040	0,036					

монов. В состав тиреоидных и тиреотропных гормонов также входит йод. Йододефицитные состояния ассоциированы с пролиферацией клеток щитовидной железы и накоплением коллоида с формированием зоба.

Выявленный дефицит селена аналогично связан с метаболизмом тиреоидных гормонов и сочетается с йододефицитом. Кроме того, низкое содержание селена сопутствует накоплению тяжелых металлов [5, 12]. Селенодефицитные состояния в совокупности с йодной недостаточностью могут способствовать возникновению дефектов в обмене и секреции гормонов щитовидной железы. Именно поэтому в обследованной группе в связи с выявленными низкими уровнями йода и селена важно регулярное наблюдение врачами-эндокринологами.

Магний является участником мышечно-нервной деятельности и, согласно данным литературы, его дисбаланс характерен для работников опасных профессий как ответ на стресс-индуцирующие факторы среды: внутриклеточный запас Mg_2^+ истощается за счет надпочечниковой секреции адреналина и норадреналина. Дефицит магния приводит к артериальной гипертензии. Раннее выявление магний-дефицитных состояний может быть важным фактором предупреждения срыва адаптации и развития кардиологических патологий у лиц опасных профессий. Именно поэтому алиментарное обеспечение магнием необходимо для специалистов, деятельность

которых проходит в экстремальных условиях. Магний принимает участие и в метаболизме кальция, который быстро выводится из костного матрикса и оседает в почках и мышечной ткани. В костном матриксе представлен наибольший запас кальция в виде фосфатов, его доля от общего кальция составляет 98%. Кальций также необходим для свертывающей системы крови, адекватной работы миоцитов, секреции нейромедиаторов и гормонов [4, 9].

Медианы уровней токсичных элементов в биоматериале у большинства сотрудников 1-й группы не выходили за пределы референтных значений (см. табл. 2). Однако в 1-й группе в 3,7 раза по сравнению со 2-й группой было повышено содержание свинца (отличия на уровне $p < 0,05$) и в 1,5 раза стронция, наоборот, во 2-й группе практически в 2 раза оказалось выше содержание лития и в 1,5 раза – титана, однако, медиана этих показателей в двух группах укладывалась в рамки референтного интервала.

В то же время, необходимо отметить, что у ряда спасателей и пожарных 1-й группы показатель концентрации некоторых токсичных элементов был больше верхней границы референтного интервала, у 9% сотрудников – по содержанию никеля и свинца, у 10% – кадмия и серебра, у 11% – алюминия, у 5% – мышьяка.

Содержание биоэлементов в пробах волос у сотрудников 1-й группы, относящихся к выделенным возрастным группам, приведено в табл. 3. Статистически значимые отличия

Таблица 3

Содержание химических элементов в пробах волос у сотрудников МЧС России, работающих в Арктической зоне России, в зависимости от возраста, мкг/г

Элемент	Возраст (лет), медиана			p < 0,05	Элемент	Возраст (лет), медиана			p < 0,05	
	20–30 (1)	31–39 (2)	40 и более (3)			20–30 (1)	31–39 (2)	40 и более (3)		
Алюминий	9,14	8,06	23,27	* **	Мышьяк	0,004	0,003	0,026*	* **	
Барий	0,50	0,36	0,87		Натрий	202,2	197,9	299,8		
Бериллий	0,000	0,000	0,000		Никель	0,30	0,27	0,44		
Бор	0,32	0,57	0,54		Олово	0,20	0,54	0,80		
Ванадий	0,018	0,015	0,024		Ртуть	0,055	0,052	0,112		
Германий	0,074	0,072	0,093		Рубидий	0,086	0,083	0,081		
Железо	19,64	18,00	27,98		Свинец	0,11	0,21	0,99		*** **
Йод	0,084	0,069	0,032		Селен	0,52	0,50	0,22		***
Кадмий	0,02	0,02	0,05		Серебро	0,087	0,092	0,112		
Калий	110,8	97,3	90,6		Стронций	1,16	0,75	2,24		
Кальций	468,9	494,8	368,6	Сурия	0,01	0,00	0,01			
Кобальт	0,035	0,040	0,037	Талий	0,000	0,000	0,000			
Кремний	231,7	223,3	204,0	Титан	0,946	0,956	1,557			
Литий	0,029	0,033	0,048	Фосфор	127,7	119,7	112,8			
Магний	54,29	46,99	28,59	Хром	0,19	0,17	0,35			
Марганец	0,37	0,44	0,78	Цезий	0,00	0,00	0,00			
Медь	6,21	5,99	9,22	Цинк	97,87	90,17	78,69			
Молибден	0,031	0,038	0,045							

Здесь и в табл. 4 – различия: * между (1) и (3), ** между (2) и (3), *** между (1) и (2).

между группами выявлены по трем жизненно необходимым элементам, так для возрастной группы более 40 лет было характерно снижение концентрации йода в 2,1–2,6 раза по сравнению с возрастными подгруппами 20–30 и 31–39 лет, магния – в 1,6–1,8 раза и селена – в 2,2–2,3 раза. Также отмечается тенденция к снижению в старшей возрастной подгруппе концентрации кальция. Влияние снижения этих жизненно необходимых элементов на организм представлено ранее. Кроме того, содержание кобальта в волосах было меньше нижней границы референтного интервала во всех возрастных группах обследованных, что, скорее всего, объясняется геохимическими особенностями данного региона. Полученные данные согласуются с ранее проведенными исследованиями, где установлено, что с возрастом у человека достоверно прогрессирует дефицит магния, селена и йода [4, 7].

Анализ содержания токсичных микроэлементов показал, что у лиц старшей возрастной подгруппы (40 лет более) было статистически значимо больше содержание ряда элементов, например, алюминия – в 2,5–2,8 раза, мышьяка – в 6,5–8,6 раза, а свинца – в 4,7–9,0 раз. Необходимо отметить, что содержание свинца

в старшей возрастной подгруппе было выше в 2 раза по сравнению с подгруппой 20–30 лет. Можно предположить, что тенденция к накоплению токсичных элементов (алюминия, мышьяка и свинца) после 40 лет связана как с геохимическими особенностями региона, так и, возможно, с профессиональной деятельностью обследуемой группы (рис. 1). Возможно, воздействие этих токсичных элементов на организм сказывается следующим образом: алюминий снижает активность пищеварительных желез и ферментов пищеварения; мышьяк имеет нейротоксическое и иммунотоксическое воздействие и обладает гепатотоксическим свойством; свинец в организме нарушает синтез гема и глобина, белков и общую ферментативную активность [5].

Анализ содержания химических элементов в волосах спасателей и пожарных 1-й группы в зависимости от стажа работы (подгруппы 0–4 года; 5–9 лет; 10 лет и более) показал похожие тенденции развития при сравнении с возрастными группами (табл. 4). Статистически значимые отличия были получены по трем токсичным элементам (алюминий, мышьяк, свинец) и трем жизненно необходимым (йод, магний, селен). Динамика изменений содер-

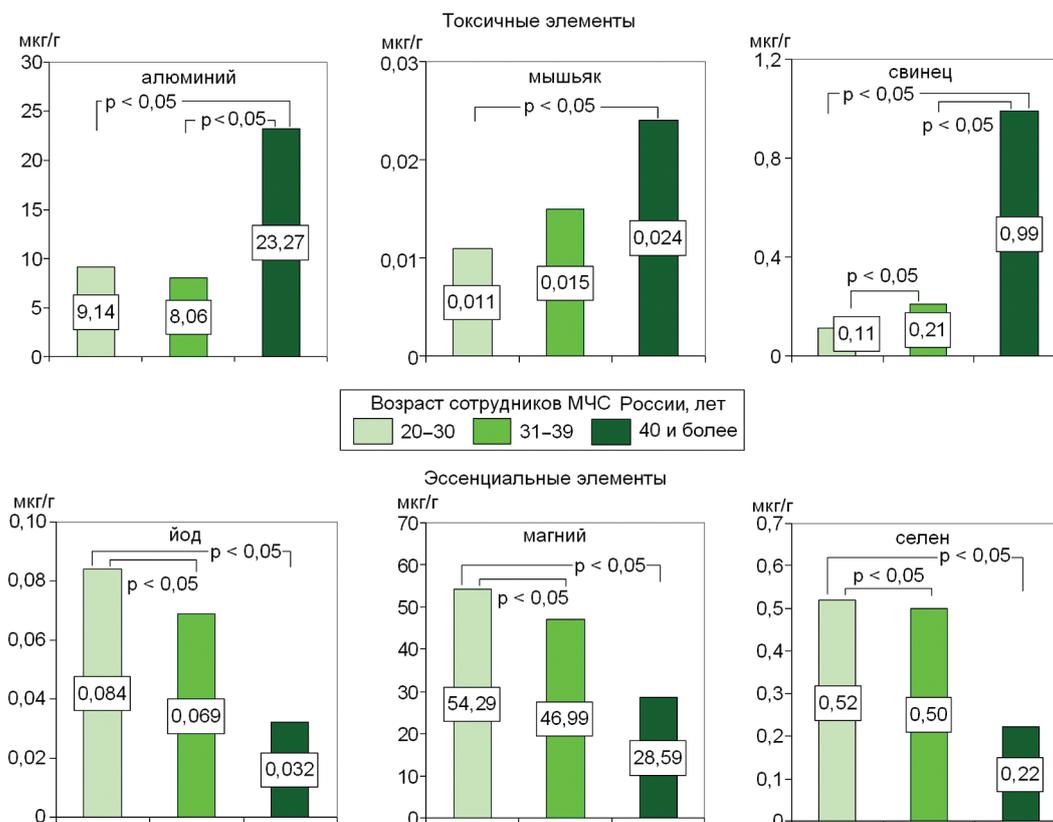


Рис. 1. Изменения химических элементов в пробах волос у сотрудников МЧС России, работающих в Арктическом регионе, в зависимости от возраста.

Таблица 4

Содержание химических элементов в пробах волос у сотрудников МЧС России в зависимости от стажа работы в Арктической зоне, мкг/г

Элемент	Стаж работы (лет), медиана			p < 0,05	Элемент	Стаж работы (лет), медиана			p < 0,05
	0–4 (1)	5–9 (2)	10 и более (3)			0–4 (1)	5–9 (2)	10 и более (3)	
Алюминий	10,26	12,86	20,23	*	Мышьяк	0,011	0,015	0,024	*
Барий	0,78	0,870	0,55		Натрий	202,763	259,428	225,973	
Бериллий	0,000	0,000	0,000		Никель	0,380	0,393	0,345	
Бор	0,278	0,593	0,460		Олово	0,30	0,15	0,33	
Ванадий	0,019	0,014	0,021		Ртуть	0,117	0,060	0,064	
Германий	0,090	0,071	0,076		Рубидий	0,088	0,075	0,103	
Железо	17,33	20,95	21,63		Свинец	0,38	0,41	1,05	*
Йод	0,072	0,051	0,026	*	Селен	0,540	0,47	0,25	*
Кадмий	0,03	0,05	0,02		Серебро	0,095	0,127	0,107	
Калий	110,64	100,87	92,45		Стронций	1,77	1,25	1,63	
Кальций	579,24	449,13	363,09		Сурьма	0,01	0,01	0,00	
Кобальт	0,043	0,037	0,032		Талий	0,000	0,000	0,000	
Кремний	216,975	291,925	193,150		Титан	1,50	0,89	1,64	
Литий	0,020	0,028	0,040		Фосфор	121,20	123,03	120,94	
Магний	50,380	59,718	31,155	*	Хром	0,18	0,27	0,35	
Марганец	0,360	0,485	0,71		Цезий	0,000	0,000	0,000	
Медь	7,61	9,24	6,98		Цинк	98,483	89,863	66,065	
Молибден	0,044	0,037	0,040						

жания этих элементов в волосах показала, что с увеличением стажа работы увеличивается содержание токсичных веществ, при сравнении с подгруппами по стажу 0–4 года и 10 лет и более по алюминию – в 2 раза, по мышьяку –

в 2,2 раза, по свинцу – в 2,8 раза. Напротив, по жизненно необходимым элементам установлен нарастающий дефицит магния в 1,6 раза, селена – в 2 раза и йода – в 2,7 раза (рис. 2). Полученные данные позволяют говорить, что

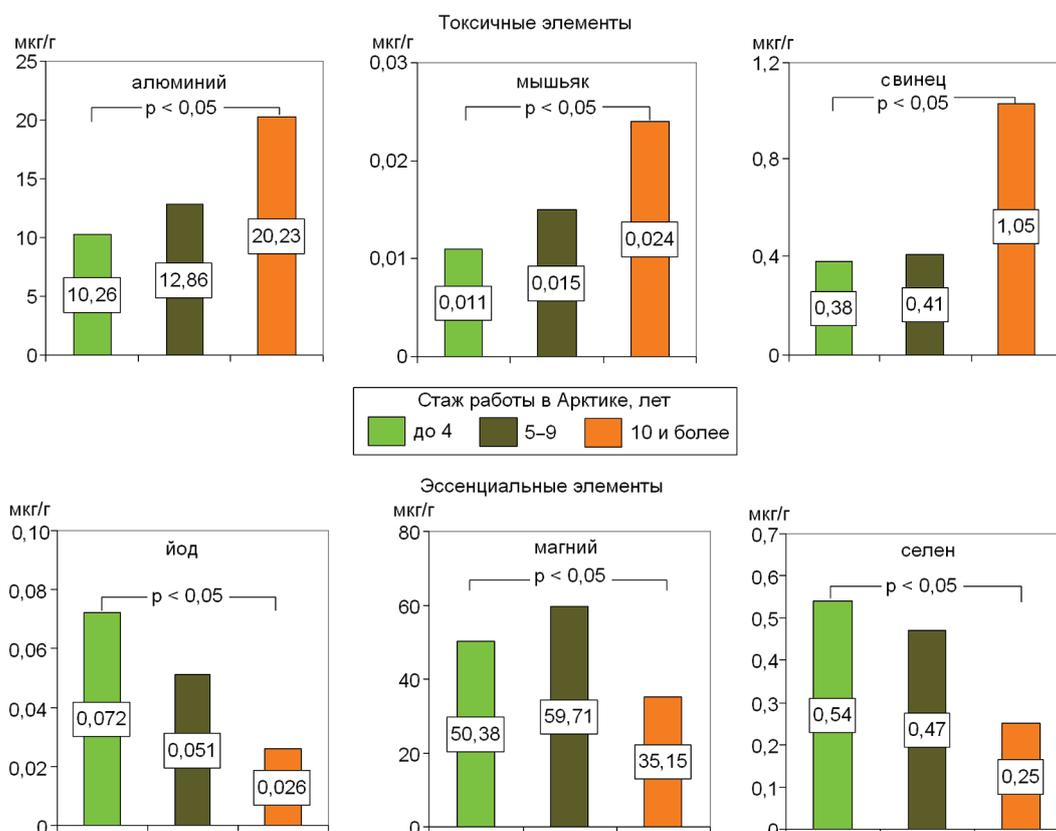


Рис. 2. Изменения химических элементов в пробах волос у сотрудников МЧС России в зависимости от профессионального стажа работы в Арктической зоне.

фактор стажа работы по специальности играет определенную роль в дефиците эссенциальных и инкорпорации токсичных элементов, что может оказывать влияние на метаболизм в организме и вызывать изменения в состоянии здоровья.

В результате оценки биоэлементного статуса у сотрудников МЧС России, работающих в условиях Арктики, предлагаются ряд практических профилактических мероприятий, а именно:

– прием витаминно-минеральных комплексов, которые должны содержать йод, магний, селен и кобальт;

– для более быстрого выведения избытка токсичных элементов использование сорбентов, а также включение в рацион питания продуктов, которые богаты пищевыми волокнами;

– 1 раз в год исследование биоэлементного статуса лиц, работающих в условиях Арктического региона, при проведении периодического медицинского осмотра, что особенно актуально для лиц с длительным стажем работы и возрастом более 40 лет, что будет способствовать адекватному определению групп риска и индивидуальной коррекции нарушений метаболизма.

Заключение

При сравнении показателей биоэлементного статуса у сотрудников МЧС России, работающих в условиях Арктики, не выявлено статистически значимых отличий по содер-

жанию эссенциальных и токсичных микроэлементов между профессиональными подгруппами спасателей и пожарных.

По сравнению с сотрудниками МЧС Северо-Западного региона у спасателей и пожарных, работающих в Арктическом регионе, установлен статистически значимый дефицит по содержанию йода, магния и селена, выявлено избыточное содержание токсичных элементов, таких как алюминий – у 11% обследованных лиц, кадмий и серебро – у 10%, никель и свинец – у 9%, мышьяк – у 5%.

Установлено, что у спасателей и пожарных МЧС России, работающих в Арктическом регионе, с возрастом прогрессирует дефицит магния, селена и йода. Также с возрастом отмечается тенденция к накоплению токсичных элементов (алюминия, мышьяка и свинца), особенно изменения выражены в возрастной группе после 40 лет.

Выявлены нарастающий дефицит магния, селена, йода и динамика накопления алюминия, мышьяка и свинца у сотрудников со стажем работы в условиях Арктической зоны более 10 лет.

Рекомендуется внедрение оценки химических элементов в биологическом материале (волосы) в план диспансерного наблюдения за лицами, работающими в условиях Арктического региона, для определения групп риска и индивидуальной коррекции нарушений метаболизма, что особенно актуально для лиц с длительным стажем работы и возрастом 40 лет и более.

Литература

1. Алексанин С.С., Астафьев О.М., Санников М.В. [и др.]. Оценка функционального состояния и формированию групп риска развития заболеваний органов пищеварения и костно-мышечной системы у специалистов ГПС : метод. рекомендации. СПб., 2014. 45 с.
2. Евдокимов В.И. Циркумпольная медицина : метаанализ отеч. науч. статей (2005–2018 гг.) : монография / Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. СПб. : Политехника-принт, 2019. 268 с.
3. Калетин Г. И. Влияние дисбаланса микроэлементов на регуляцию апоптоза // Вестник ОГУ. 2006. № 12. Прил. Биоэлементология. С. 111–113.
4. Калетина Н.И., Калетин Г.И. Микроэлементы – биологические регуляторы // Наука в России. 2007. № 1. С. 12–19.
5. Кудрин А.В., Громова О.А. Микроэлементы в иммунологии и онкологии. М. : ГЭОТАР-МЕД., 2007. 544 с.
6. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой: метод. указания. М. : Федер. центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. 56 с.
7. Радыш И.В., Скальный А.В., Нотова С.В. [и др.]. Введение в элементологию : учеб. пособие / Оренбург. гос. ун.-т. Оренбург: ОГУ, 2017. 209 с.
8. Серебрянский Е.П., Скальный А.В., Чечеватова О.Ю. Комплексный подход к элементному анализу волос с использованием методов ИСП-АЭС и ИСП-МС // Микроэлементы в медицине. 2003. Т. 4, вып. 1. С. 41–46.
9. Скальный А.В., Киричук А.А. Химические элементы в экологии, физиологии человека и медицине / Рос. ун-т дружбы народов. М., 2020. 216 с.

10. Харламычев Е.М. Особенности формирования биоэлементного статуса сотрудников Федеральной противопожарной службы МЧС России : автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2012. 24 с.

11. Rana S.V.S. Metals and apoptosis: recent developments // Journal of trace elements in medicine and biology. 2008. Vol. 22, N 11. P. 262–284. DOI: 10.1016/j.jtemb.2008.08.002.

12. Moncayo R., Kroiss A., Oberwinkler M. [et al]. The role of selenium, vitamin C, and zinc in benign thyroid diseases and of selenium in malignant thyroid diseases: Low selenium levels are found in subacute and silent thyroiditis and in papillary and follicular carcinoma // BMC Endocrine Disorders. 2008. Vol. 8, N 2. P. 1–12. DOI: 10.1186/1472-6823-8-2.

Поступила 18.11.2021 г.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

Вклад авторов: М.В. Яковлева – анализ, интерпретация и статистическая обработка данных, участие в написании статьи; М.В. Санников – участие в сборе и обработке материала, анализ полученных данных, участие в написании статьи, оформление окончательного варианта статьи; Н.В. Нестеренко – разработка концепции исследования, научная консультация; С.С. Алексанин – разработка идеи и руководство проведением исследования, редактирование статьи.

Для цитирования. Яковлева М.В., Санников М.В., Алексанин С.С., Нестеренко Н.В. Особенности биоэлементного статуса у сотрудников МЧС России, работающих в условиях Арктической зоны // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2021. № 4. С. 94–102. DOI 10.25016/2541-7487-2021-0-4-94-102

Features of the bioelement status in Russian EMERCOM employees working in the Arctic zone

Yakovleva M.V.¹, Sannikov M.V.¹, Aleksanin S.S.¹, Nesterenko N.V.²

¹ Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia);

² Department of Medical and Psychological Support, EMERCOM of Russia (1, Vatutina Str., Moscow, 121357, Russia)

Maria Vladimirovna Yakovleva – PhD Biol. Sci. Associate Prof., Head of Bioelemental Analysis Lab, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: jakorobok@mail.ru;

✉ Maksim Valerievich Sannikov – PhD Med. Sci. Associate Prof., Deputy Head, Medical Registry Department, the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: smakv@mail.ru;

Sergey Sergeevich Aleksanin – Dr. Med. Sci. Prof., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: medicine@nrterm.ru

Natalya Vladimirovna Nesterenko – PhD Med. Sci., Head of the Department of Medical and Psychological Support, EMERCOM of Russia (1, Vatutina Str., Moscow, 121357, Russia), e-mail: umpo08@mail.ru;

Abstract

Relevance. Occupational activities of Russian Emercom employees in the Arctic zone are associated with prolonged nervous and emotional overload due to physical and climatic factors, as well as nutrition features. Taking into account regional peculiarities of different Russian territories, in particular, the prevalence of microelementoses of natural and man-made origin, it becomes obvious that research is needed to identify disorders related to micronutrient availability of essential bioelements and the load of toxic chemical elements in Russian EMERCOM employees working in the Arctic zone of the Russian Federation.

Intention. To establish regional features of the bioelement status in Russian Emercom employees working in the Arctic zone with such manifestations as deficiency of essential bioelements and incorporation of toxic elements.

Methodology. Bioelements were assessed in hair samples via inductively coupled plasma mass spectrometry (Agilent 7900 ICP-MS). In total, 110 Russian Emercom employees aged from 20 to 60 years took part in the study (Group 1). Changes in metabolism of chemical elements were analyzed by age (20–30 vs 31–39 vs 40+ years) and the length of service in the Arctic zone (< 4 vs 5–9 vs 10+ years). A control group comprised 104 EMERCOM employees working in St. Petersburg and Leningrad region.

Results and Discussion. No bioelement differences were observed in Group 1 between fire-fighters (n = 30) and rescue workers (n = 80). When assessing the bioelement status in Russian EMERCOM employees, Group 1 showed deficiencies of cobalt, iodine, magnesium and selenium as well as excessive content of such toxic elements as nickel (in 9 % of employees), cadmium (10 %), silver (10 %), arsenic (5 %), aluminum (11 %) and lead (9 %). With age, toxic elements (aluminum, arsenic and lead) tended to accumulate, especially after 40 years. There were established increasing deficiencies of iodine, magnesium and selenium along with accumulation of aluminum, arsenic and lead in employees with 10-year and longer service in the Arctic zone.

Conclusion. Based on the bioelement data from Russian EMERCOM employees working in the Arctic, it is reasonable to take vitamin and mineral complexes containing iodine, magnesium, selenium and cobalt to prevent diselementoses. Besides, sorbents and high-fiber foods can help faster remove excess toxic elements. Assessment of chemical elements in biological material (hair) should be included in the follow-up examinations of employees working in the Far North. This will be especially relevant in case of long-term work and age 40+ years for adequate identification of risk groups and individual correction of metabolic disorders.

Keywords: fireman, rescuer, emergency workers, bioelement status, vital elements, toxic elements, Arctic zone, EMERCOM of Russia.

References

1. Aleksanin S.S., Astaf'ev O.M., Sannikov M.V. [et al.]. Otsenka funktsional'nogo sostoyaniya i formirovaniyu grupp riska razvitiya zabolovaniy organov pishchevareniya i kostno-myshechnoy sistemy u spetsialistov GPS [Assessment of the functional state and formation of risk groups for the development of diseases of the digestive system and musculoskeletal system in GPS specialists]. Sankt-Peterburg. 2014. 45 p. (In Russ.)
2. Evdokimov V.I. Tsirkumpolyarnaya meditsina : metaanaliz otechestvennykh nauchnykh statei (2005–2018 gg.) : monografiya [Circumpolar medicine : metaanalysis of domestic articles (2005–2018): monograph]. Sankt-Peterburg 2019. 268 p. (In Russ.)
3. Kaletin G. I. Vliyaniye disbalansa mikroelementov na regulyatsiyu apoptoza [The effect of the imbalance of trace elements on the regulation of apoptosis]. *Vestnik OGU* [Bulletin of Omsk State University]. 2006. N 12. Pp. 111–113. (In Russ.)
4. Kaletina N.I., Kaletin G.I. Mikroelementy – biologicheskie regulatory [Trace elements – biological regulators]. *Nauka v Rossii* [Trace elements – biological regulators]. 2007. N 1. Pp. 12–19. (In Russ.)
5. Kudrin A.V., Gromova O.A. Mikroelementy v immunologii i onkologii [Trace elements in immunology and oncology]. Moskva. 2007. 544 p. (In Russ.)
6. Opreделение khimicheskikh elementov v biologicheskikh sredakh i preparatakh metodami atomno-emissionnoi spektrometrii s induktivno svyazannoi plazmoi i mass-spektrometrii s induktivno svyazannoi plazmoi: metodicheskie ukazaniya [Determination of chemical elements in biological media and preparations by atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma and mass spectrometry with inductively coupled plasma: method. instructions]. Moskva. 2003. 56 p. (In Russ.)
7. Radysh I.V., Skal'nyi A.V., Notova S.V. [et al.]. Vvedeniye v elementologiyu [Introduction to Elementology: a textbook]. Orenburg. 2017. 209 p. (In Russ.)
8. Serebryanskii E.P., Skal'nyi A.V., Chechevatova O.Yu. Kompleksnyi podkhod k elementnomu analizu volos s ispol'zovaniem metodov ISP-AES i ISP-MS [Integrated approach to elemental analysis of hair using ICP-AES and ICP-MS methods]. *Mikroelementy v meditsine* [Trace Elements in Medicine]. 2003. Vol. 4, Iss. 1. Pp. 41–46. (In Russ.)
9. Skal'nyi A.V., Kirichuk A.A. Khimicheskie elementy v ekologii, fiziologii cheloveka i meditsine [Chemical elements in ecology, human physiology and medicine]. Moskva. 2020. 216 p. (In Russ.)
10. Kharlamychev E.M. Osobennosti formirovaniya bioelementnogo statusa sotrudnikov Federal'noi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii [Features of the formation of the bioelement status of employees of the Federal Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia] : Abstract dissertation PhD Med. Sci. Sankt-Peterburg. 2012. 24 p. (In Russ.)
11. Rana S.V.S. Metals and apoptosis: recent developments. *Journal of trace elements in medicine and biology*. 2008. Vol. 22, N 11. R. 262–284. DOI: 10.1016/j.jtemb.2008.08.002.
12. Moncayo R., Kroiss A., Oberwinkler M. [et al.]. The role of selenium, vitamin C, and zinc in benign thyroid diseases and of selenium in malignant thyroid diseases: Low selenium levels are found in subacute and silent thyroiditis and in papillary and follicular carcinoma. *BMC Endocrine Disorders*. 2008. Vol. 8, N 2. R. 1–12. DOI: 10.1186/1472-6823-8-2.

Received 18.11.2021

For citing: Yakovleva M.V., Sannikov M.V., Aleksanin S.S., Nesterenko N.V. Osobennosti bioelementnogo statusa u sotrudnikov MChS Rossii, rabotayushchikh v usloviyakh Arkticheskoi zony. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2021. N 4. Pp. 94–102. (In Russ.)

Yakovleva M.V., Sannikov M.V., Aleksanin S.S., Nesterenko N.V. Features of the bioelement status in Russian EMERCOM employees working in the Arctic zone. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2021. N 4. Pp. 94–102. DOI 10.25016/2541-7487-2021-0-4-94-102