

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ
ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины
имени А.М. Никифорова»

УТВЕРЖДАЮ
Главный врач МЧС России
Заслуженный врач РФ
д.м.н. профессор



С.С. Алексанин

«25» июня 2015 г.

**ОЦЕНКА БИОЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА У СПАСАТЕЛЕЙ И
СОТРУДНИКОВ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МЧС РОССИИ
И СПОСОБЫ ЕГО НОРМАЛИЗАЦИИ**

Методические рекомендации

Санкт-Петербург
2015

УДК 614.84

Оценка биоэлементного статуса у спасателей и сотрудников федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы МЧС России и способы его нормализации. Методические рекомендации. – СПб: ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России, 2015. – 44 с.

Авторы: д.м.н. профессор Шантырь И.И., к.б.н. Яковлева М.В., к.б.н. Власенко М.А., к.б.н. Ушал И.Э., к.м.н. Харламычев Е.М., Соболевская Ю.А., к.физ.-мат.н. Макарова Н.В., Парфенов А.И.

В методических рекомендациях изложены современные аспекты анализа биоэлементного статуса, обоснована необходимость индивидуального подхода к его коррекции. Отражены научные результаты исследования содержания широкого спектра физиологически важных биоэлементов в пробах волос и сыворотке крови у спасателей и сотрудников ГПС МЧС России, проживающих в различных субъектах Российской Федерации, с учетом особенностей профессиональной деятельности.

Настоящие методические рекомендации подготовлены в рамках НИР «Оценка биоэлементного статуса (накопление тяжелых металлов, недостаток жизненно необходимых микроэлементов) сотрудников МЧС России с целью разработки рекомендаций по его коррекции» (п.6.2-5/Б плана НТД МЧС России на 2011 – 2013 годы).

Методические рекомендации предназначены для медицинского персонала МЧС России, осуществляющего диспансерное динамическое наблюдение за состоянием здоровья военнослужащих спасательных воинских формирований, сотрудников федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы, федеральных государственных гражданских служащих, работников территориальных органов и организаций МЧС России. Они также могут быть использованы в системе послевузовского (аспирантура, ординатура) и дополнительного профессионального образования медицинского персонала МЧС России.

Рецензенты:

Калинина Н.М. – главный научный сотрудник отдела лабораторной диагностики ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России, д.м.н., профессор

Макаров П.П. – профессор кафедры общей и военной гигиены ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, Лауреат премии правительства РФ, д.м.н., профессор

ОГЛАВЛЕНИЕ

ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ИХ СИМВОЛЫ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА.....	6
2. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА.....	12
3. БИОЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС СОТРУДНИКОВ ФПС ГПС И СПАСАТЕЛЕЙ МЧС РОССИИ.....	14
3.1 Содержание жизненно необходимых биоэлементов в пробах волос обследованных сотрудников ФПС ГПС.....	15
3.2 Концентрация токсичных биоэлементов в пробах волос обследованных сотрудников ФПС ГПС.....	16
3.3 Сопоставление биоэлементного статуса сотрудников ФПС ГПС МЧС России, спасателей и практически здоровых лиц, проживающих в Санкт-Петербурге.....	18
3.4 Биоэлементный статус сотрудников ФПС ГПС МЧС России и условия труда.....	19
3.5 Биоэлементный статус и степень участия в пожаротушении сотрудников ФПС ГПС различных регионов.....	21
3.6 Биоэлементный статус и количество еженедельных выездов сотрудников ФПС ГПС различных регионов.....	22
3.7 Выводы по результатам обследования сотрудников ФПС ГПС МЧС России.....	24
4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НОРМАЛИЗАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА.....	25
4.1 Нормализация обмена эссенциальных биоэлементов.....	25
4.1.1. Адекватное питание.....	26
4.1.2. Витаминно-минеральные комплексы и БАДП.....	28
4.1.3. Минеральные воды.....	33
4.2 Профилактика нарушений биоэлементного статуса при фармакологической терапии.....	34
4.3. Активация выведения токсичных биоэлементов, превышающих допустимый уровень.....	35
4.4. Коррекции дисбаланса микроэлементов с помощью физиотерапевтических методов.....	36
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	40
ЛИТЕРАТУРА.....	41

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

q25	нижний квартиль
q75	верхний квартиль
ИМТ	индекс массы тела
ИСП-МС	масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой
МАГАТЭ	Международное агентство по атомной энергии
НИР	научно-исследовательская работа
ГПС	Государственная противопожарная служба
ФПС	Федеральная противопожарная служба
ЛПА на ЧАЭС	Ликвидаторы последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции

ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ИХ СИМВОЛЫ

СИМВОЛ	элемент	СИМВОЛ	элемент	СИМВОЛ	элемент
Ag	серебро	Cu	медь	Ni	никель
Al	алюминий	Fe	железо	P	фосфор
As	мышьяк	Hg	ртуть	Pb	свинец
B	бор	I	йод	Rb	рубидий
Ba	барий	In	индий	Se	селен
Be	бериллий	K	калий	Sr	стронций
Ca	кальций	Li	литий	Tl	таллий
Cd	кадмий	Mg	магний	V	ванадий
Co	кобальт	Mn	марганец	Zn	цинк
Cr	хром	Mo	молибден		
Cs	цезий	Na	натрий		

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы актуальность исследования обмена биогенных химических элементов существенно возрастает, что связано с рядом причин: все больше накапливается научных данных об участии биогенных элементов в патогенетических механизмах развития различной соматической патологии; структура питания современного человека далека от адекватной и претерпевает существенные изменения не в лучшую сторону; ухудшение экологии; рост урбанизации населения; стремительное развитие промышленности. Эти и другие факторы в конечном итоге формируют биоэлементный статус человека [1, 2].

Результаты научных исследований в данной области позволяют рассматривать нарушения биоэлементного статуса организма или микроэлементозы как один из факторов риска снижения адаптационно-приспособительных механизмов с последующим формированием патологических состояний. Необходимость сохранения оптимального биоэлементного гомеостаза существенно возрастает у лиц, профессиональная деятельность которых сопряжена с повышенными требованиями к адаптационным резервам организма и, тем более, в условиях высокой вероятности химической интоксикации, в том числе солями тяжелых металлов.

По данным научной литературы, выявлены значительные сдвиги в обмене микронутриентов в первую очередь, макро- и микроэлементов у сотрудников федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы (ФПС ГПС) и спасателей МЧС России, труд которых характеризуется длительными нервно-эмоциональными нагрузками в условиях оперативного ожидания, необходимостью принятия решений при дефиците информации и времени, наличием стресс-факторов при проведении боевых действий, комплексным воздействием спектра вредных физических, химических факторов. Эти сдвиги, вызывают нарушение металлолигандного гомеостаза в организме, что в конечном итоге, снижает уровень функциональных резервов организма, ведет к дезадаптации и болезням.

Учитывая, что регионы РФ отличаются по распространённости микроэлементозов природного и техногенного происхождения, проведение исследования по изучению возможных отклонений в микронутриентной обеспеченности эссенциальными биоэлементами и нагрузке токсичными химическими элементами у сотрудников ФПС ГПС МЧС России, проживающих на различных территориях, представляется особенно актуальным [39].

1. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

В последние годы важность исследования биоэлементного статуса человека существенно возрастает, что связано с рядом причин. Во-первых, появились современные методы аналитической химии (атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой, масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой), которые существенным образом расширили как спектр исследуемых элементов, так и точность их количественного определения. Во-вторых, ухудшение экологии, урбанизация населения, стремительное развитие промышленности создает реальную токсическую нагрузку на организм человека. В-третьих, качество питания современного человека претерпевает существенные изменения не в лучшую сторону и далеко от нормального. В-четвертых, все больше накапливается научных данных об изменениях биоэлементного обмена при различных соматических патологиях.

Организм человека включает практически все элементы, упоминаемые в периодической системе Д.И. Менделеева. Содержание биоэлементов в организме крайне мало, однако, оказываемые ими биологические эффекты трудно переоценить. Несмотря на незначительное общее количество микроэлементов в организме, они не являются случайными примесями, их содержание в биологических тканях подчиняется определенным закономерностям, отступление от которых приводит к ряду заболеваний. Следует отметить, что нарушения метаболизма биоэлементов сопровождаются расстройствами других видов обмена.

Неорганические элементы вовлечены во все жизненные процессы, включая балансировку электрических зарядов, поддержание электролитного гомеостаза и структурирование компонентов всех веществ в метаболизме. Они осуществляют передачу сигналов, поддержание кислотно-щелочного равновесия и катализа, перенос электронов, а также аккумуляцию энергии.

С точки зрения бионеорганики любой живой организм отличается от неживой природы тем, что ионы металлов, особенно переходных, содержатся в нем не в свободной форме, а практически полностью связаны биолигандами в хелатные комплексы. Биолигандами являются витамины, аминокислоты, полипептиды, нуклеиновые кислоты и другие метаболиты. В большинстве случаев лекарственные препараты также являются активными биолигандами. В биомедицинском смысле в любом здоровом организме должен соблюдаться металл-лигандный гомеостаз. Избыток или дефицит необходимых металлов приводит к сдвигу равно-

весия металл-лигандного гомеостаза и, в конечном итоге, к развитию клинически значимых симптомов.

Бионеорганическую химию в настоящее время определяют как область химической науки, связанную с изучением роли металлов и их соединений в биологических процессах в живых организмах и в окружающей среде на молекулярном уровне.

Минеральные вещества наряду с белками, углеводами и витаминами являются жизненно важными компонентами пищи человека, необходимыми для построения химических структур живых тканей и осуществления биохимических и физиологических процессов, лежащих в основе жизнедеятельности организма. С минеральными веществами связаны процессы кроветворения и свертывания крови. Кроме того, они входят в состав или активизируют действие ферментов, гормонов, витаминов и, таким образом участвуют во всех видах обмена веществ.

Стабильность химического состава является одним из важнейших и обязательных условий нормального функционирования организма. Количественное содержание некоторых элементов (свинец, кальций, цинк, селен, йод и др.) в организме может значительно варьировать в зависимости от среды обитания человека, питания, профессиональной принадлежности. Соответственно, отклонения в содержании химических элементов в живом организме приводят к широкому спектру нарушений в состоянии здоровья. Следовательно, выявление и оценка сдвигов в обмене макро- и микроэлементов, их дальнейшая коррекция позволяют подойти к решению ряда вопросов, существенно влияющих на показатели здоровья населения регионов России.

Для обозначения всех патологических процессов, вызванных дефицитом, избытком или дисбалансом макро- и микроэлементов, введено понятие микроэлементозов. Они довольно широко распространены как в России и странах СНГ, так и во всем мире.

В настоящее время проблема коррекции обмена макро- и микроэлементов является чрезвычайно актуальной.

Литературные данные свидетельствуют, что дефицит жизненно необходимых элементов (селена, цинка, железа, йода, марганца) и избыток токсичных (ртуть, свинец, мышьяк, никель) способствуют росту частоты злокачественных новообразований кожи, мозга, желудочно-кишечного тракта, лимфопролиферативных заболеваний, инфекционных патологий, аутоиммунных заболеваний и дегенеративных заболеваний [3, 4, 9, 14, 30, 39, 40, 47].

Дефицит некоторых биоэлементов способствует снижению противоопухолевого иммунитета, что может стать причиной возникновения злокачественных

опухолей. Экспериментальными исследованиями установлено, что на индукцию опухолей влияет низкое содержание в диете селена, цинка, меди, магния, кальция. По данным литературы, высокую заболеваемость раком желудка в отдельных регионах связывали с низким содержанием магния [6, 14, 36]. Дефицит молибдена, марганца, цинка явилось одной из причин развития рака пищевода. Имеется ряд исследований, показывающих антиканцерогенную роль лития [46].

Накопление токсичных элементов (ртуть, свинец, кадмий, мышьяк) по данным ряда авторов способствует росту у детей инфекционных и аллергических заболеваний, болезней кожи, щитовидной железы, неврологических расстройств, нарушению полового созревания.

В литературе имеются сведения о влиянии свинца на нейropsychическое развитие детей. Показано, что избыток свинца в организме приводит к снижению содержания жизненно важных элементов (кальций, железо, цинк, селен) в органах и тканях.

Влияние на здоровье человека дефицита, избытка или нарушения распределения макро- и микроэлементов оценивается состоянием его элементного статуса.

В таблицах 1 и 2 приведены краткие сведения о физиологической роли жизненно необходимых биоэлементов и влиянии на организм токсичных веществ.

Таблица 1

Физиологическая роль жизненно необходимых биоэлементов

Элемент (суточная потребность)	Физиологическая роль
Бор (1- 2 мг)	Существенная роль в обмене углеводов и жиров, ряда витаминов и гормонов, некоторых ферментов, нормализация обмена меди и костной ткани.
Ванадий (2 мг)	Участвует в регуляции углеводного обмена, сердечной деятельности, метаболизме тканей костей и зубов, катализирует окисление фосфолипидов, усиливает поглощение кислорода печенью.
Железо (10 – 20 мг)	Основная функция – перенос кислорода и участие в окислительно-восстановительных процессах, обеспечивая внутриклеточное дыхание. Участвует в процессе энергообеспечения, иммунитета, метаболизме холестерина. Дефицит, как и избыток отрицательно влияют на здоровье.
Йод (100-150 мкг)	Регулирует скорость биохимических реакций, обмена энергии, температуры тела. Участвует в регуляции белкового, жирового, водно-электролитного и витаминного обменов.

Таблица 1 (продолжение)

Элемент (суточная по- требность)	Физиологическая роль
Калий (2 г)	Основной внутриклеточный ион, формирует трансмембранный потенциал и гомеостаз, участвует в передаче импульса нервной и мышечной ткани, регулирует деятельность сердечной мышцы, выделительную функцию почек, регулирует водно-солевой обмен, обмен белков и углеводов. От него зависит нормальное снабжение кислородом головного мозга, обмен глюкозы.
Кальций (800-1500 мг)	Регуляция внутриклеточных процессов, проницаемости мембран, нервной проводимости и мышечных сокращений. Стабилизация сердечной деятельности. Формирование костной ткани. Участвует в свертывании крови. Важен в нормализации сердечной деятельности, профилактики, бессонницы, способствует хорошему настроению, профилактике рака ободочной кишки, обладает противоаллергическим действием.
Кобальт (20-50 мкг)	Участвует в ферментативных процессах и образовании гормонов щитовидной железы, повышает усвоение железа и синтез гемоглобина, стимулирует эритропоэз, влияет на синтез белков, способен восстанавливать S-S группы, участвующих в детоксикации.
Кремний (50-100 мг)	Стимулирует обмен веществ, входит в состав основных антиоксидантных соединений, интенсивно защищает организм от вредных соединений, усиливает иммунитет, способствует продолжительности жизни
Магний (200 – 400 мг)	Важнейший внутриклеточный элемент, участвует в синтезе белка и нуклеиновых кислот, обмене белков, жиров и углеводов, утилизации энергии, играя ключевую роль в обмене глюкозы, уменьшает возбудимость нейронов и нейромышечную передачу, играет важную роль в сокращении мышц, поддерживает нормальный ритм сердца, физиологический антагонист кальция, участвуя вместе с ним в формировании костной ткани, контролирует баланс калия, влияет на процесс свертывания крови, стимулирует защитные механизмы организма, расслабляет гладкую мускулатуру, снижает АД, ускоряет опорожнение кишечника. Магний предупреждает повышенную нервную возбудимость, помогает справиться с стрессовой ситуацией и депрессией.

Таблица 1 (продолжение)

Элемент (суточная по- требность)	Физиологическая роль
Марганец (2.5 - 5 мг)	Участвует в синтезе нейромедиаторов, обеспечивая нормальное функционирование центральной нервной системы, препятствует свободно-радикальному окислению, стабилизирует клеточные мембраны, ингибирует апоптоз, участвует в обмене гормонов щитовидной железы, витаминов В1 и Е, усиливает действие инсулина, снижает липиды, участвует в нормальном росте и развитии организма, формировании костной ткани, обеспечивает половую активность, нормальную пигментацию волос, нормализацию уровня глюкозы крови.
Медь (2-3 мг)	Жизненно важный элемент, входящий в состав многих витаминов, гормонов, ферментов, участвует в обмене веществ и тканевом дыхании, нормальном функционировании кровообразующей системы и мозговых клеток. Участвует в формировании костей, сухожилий, коллагена, тормозит распад гликогена в печени. Противостоит повреждениям вызванным кислородными радикалами. Способствует усвоению железа. Играет антиатерогенную роль. Является физиологическим антагонистом цинка.
Молибден (75-250 мкг)	Входит в состав ферментов, участвующих в регуляции обмена мочевой кислоты, стимулирует гемопоэз.
Натрий (4 – 6 г)	Основной внеклеточный катион, формирует трансмембранный потенциал и гомеостаз, участвует в передаче углекислого газа, регулирует деятельность сердца, выделительную функцию почек, водный и белковый обмен. От натрия зависит транспорт аминокислот, сахаров, анионов через мембраны
Селен (20-100 мкг)	Присутствует во всех клетках организма. Стимулирует обмен веществ, входит в состав основных антиоксидантных соединений, интенсивно защищает организм на уровне липидов мембран от вредных соединений, усиливает иммунитет, способствует продолжительности жизни, снижению риска возникновения опухолевых процессов, заболеваний сердца и сосудов. Велика роль в передаче нервных импульсов, синтезе гормонов щитовидной железы.
Хром (50-200 мкг)	Участвует в регуляции синтеза жиров и обмена углеводов, обеспечивает поддержание уровня глюкозы в крови, снижает уровень холестерина, регулирует работу сердца и кровеносных сосудов
Цинк (10-15 мг)	Участвует в метаболизме белков и углеводов, дифференцировки клеток, формировании Т-клеточного иммунитета и противоопухолевого ответа, регенерации кожи, заживления ран, синтеза половых гормонов, роста волос и ногтей, всасывания витамина Е. Цинк, особенно в детском возрасте, способствует улучшению умственного и физического развития. Важный компонент пищеварительных ферментов, способствует биосинтезу инсулина, поддерживает баланс магния, марганца, меди и селена и препятствует повышению концентрации кадмия и свинца
Германий (0.4-1.5 мг)	Важен для иммунной системы, обладает противовирусной, бактерицидной и противоопухолевой активностью, антигипоксант.

Биологический отклик на повышение концентрации токсичных элементов

Загрязнители	Нарушения здоровья человека при значительных концентрациях
Мышьяк, Ртуть, Свинец	Абсорбция в желудочно-кишечном тракте, легких, кожи, волосах, в связи с этим могут наблюдаться гастрит, диспепсии, тонзиллиты, фарингиты, раздражение и повреждение кожных покровов, снижение гемоглобина.
Кадмий	Рост числа заболеваний сердечно-сосудистой системы, инсульта, поражения костно-суставной системы, камнеобразование в почках, опухоли предстательной железы. Способствует бесплодию, снижению усвоения цинка, меди и железа, ускоряет развитие атеросклероза, гипертонии. Нарушает обмен витамина В1, активизирует выведение кальция из организма.
Никель	Респираторные заболевания, угнетение иммунной системы, функциональные расстройства ЦНС, аллергии.
Олово	Металлический привкус во рту, постоянные головные боли, головокружения, расстройство зрения, тошнота, поносы, увеличение печени
Свинец	Замещает кальций в костной ткани, снижает иммунитет, понижение мышечной массы, препятствует усвоению йода, кальция, цинка и селена.
Барий	Тормозит минерализацию костной ткани, способствует развитию гипертонии, вытесняет калий, нарушает сократимость сердечной мышцы.
Мышьяк	Эмоциональная неустойчивость, нефропатия, иммунодефицит, полиневрит, опухоли.
Алюминий	Снижается активность ЦНС, ухудшается память, иммунодефицит, остеопороз.
Ртуть	Нервно-психические нарушения, эмоциональная неустойчивость, снижение работоспособности, памяти, нарушение координации движений, прогрессирующая полинейропатия, респираторные заболевания.

При комплексной оценке состояния здоровья любого человека, тем более специалиста, труд которого связан с широким спектром экстремальных нагрузок, представляется необходимым определение его элементного статуса, в частности, определение и оценка содержания макро- и микроэлементов.

На формировании биоэлементного статуса оказывает влияние ряд факторов, в первую очередь это биогеохимические особенности субъекта проживания и факторы, сопряженные с профессиональной деятельностью.

2. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА

Современные методы аналитической химии позволяют количественно определять содержание в биопробах большинства элементов периодической таблицы Д. И. Менделеева с высокой точностью и чувствительностью.

Химические элементы содержатся в биологических субстратах в весьма малых концентрациях, поэтому для определения малых доз элементов необходимо использование высокочувствительных инструментальных методов анализа. Основные требования, предъявляемые к методу - сочетание низких пределов обнаружения, высокая чувствительность и селективность. (ИСП-МС) (Рис. 1.)



Рис. 1. Прибор ICP-MS X Series II фирмы Thermo Elemental (США).

В настоящее время для определения элементов в биомедицинских образцах все большее распространение получает метод масс-спектропии с индуктивно-связанной плазмой. Точность анализа определяется несколькими параметрами. Чувствительность, предел обнаружения и воспроизводимость зависят главным образом от конструктивных особенностей модели прибора ИСП-МС, а правильность анализа в основном от квалификации аналитика.

Чувствительность означает величину сигнала для концентрации определяемого элемента равной 1 мг/л. Предел обнаружения рассчитывается для фонового сигнала. Воспроизводимость определяют по величине стандартного отклонения единичного измерения для десяти повторных измерений одной и той же пробы.

Для минимизации ошибок при взятии пробы, ее хранении необходимо обеспечить полную стандартизацию всех процедур, а в процессе проведения анализа рекомендуется использовать эталонные образцы или, по крайней мере, внутренние стандарты.

При работе любого ИСП-МС прибора обычно используют обзорный режим, который позволяет определять элементы во всем диапазоне масс. Это очень важно, поскольку все элементы в организме взаимодействуют в соответствии с физико-химическими законами, антагонистично или синергично, следовательно, полную информацию о биоэлементном статусе можно получить только при многоэлементном анализе.

Пробоподготовку проводят с помощью микроволновых печей, этот метод рекомендован как основной для элементного анализа в медицине. Сочетание высокой нагревательной способности микроволновой энергии с преимуществами разложения биопробы в закрытых сосудах позволяет значительно ускорить и автоматизировать процедуры пробоподготовки.

Важным является выбор биосубстрата для анализа. Химические вещества накапливаются в различных биологических средах. Одним из биохимических маркеров, который не реагирует на кратковременные изменения в питании и способен отражать картину обеспеченности химическими элементами организма на протяжении нескольких месяцев, является спектральный анализ волос. Точность оценки определяется скоростью роста волос, влиянием факторов окружающей среды, пробоподготовкой и качеством анализа.

В сравнении с анализом крови или мочи элементный анализ волос имеет много преимуществ, среди которых одними из основных является высокая концентрация элементов в волосах, неинвазивность отбора проб, удобство при хранении и транспортировке. В отличие от внутренних (жидких) биосред организма содержание элементов в волосах менее подвержено жесткому гомеостатическому контролю, что предопределяет преимущества использования элементного анализа волос в гигиенических исследованиях, в диагностике донозологических состояний и раннем выявлении патологических изменений в организме.

3. БИОЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС СОТРУДНИКОВ ФПС ГПС И СПАСАТЕЛЕЙ МЧС РОССИИ

Для выявления возможного влияния территории проживания и особенностей работы пожарных на характер биоэлементного статуса сотрудников ФПС МЧС России было обследовано 320 человек из различных регионов, возраст которых варьировал в диапазоне от 20 до 40 лет.

Распределение обследованного контингента по регионам:

- Северо-Западный (пожарные части Санкт-Петербурга и Ленинградской области) – 128 человек,
- Центральный (пожарные части Москвы и Московской области) – 34 человека,
- Уральский (пожарные части Екатеринбурга и Свердловской области) – 58 человек, Приволжский (пожарные части Нижнего Новгорода и Нижегородской области) – 44 человека,
- Южный (пожарные части Ростова-на-Дону и Ростовской области) – 56 человек.

Для выявления особенностей биоэлементного статуса сотрудников ФПС Санкт-Петербурга, связанных непосредственно с характером труда, сформированы две группы сравнения:

- в первую группу сравнения вошли 54 спасателя МЧС России, сопоставимых по полу, возрасту, интенсивности физических и психоэмоциональных нагрузок;
- во вторую группу сравнения вошли 103 практически здоровых человека, сопоставимых по полу и возрасту с исследуемой группой.

В качестве критериев оценки обеспеченности организма эссенциальными химическими элементами и отягощенности токсичными использовали референтные интервалы для взрослого населения, полученные в научно-исследовательской лаборатории элементного анализа ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России на основе международных норм и собственных данных.

Для оценки возможного влияния особенностей профессиональной деятельности, проводилось анкетирование сотрудников ФПС, включающее: должность, стаж боевой работы, среднее количество боевых выездов в неделю.

С целью оценки влияния на биоэлементный статус сотрудников ФПС ГПС факторов профессиональной деятельности, в соответствии с данными анкет, обследованные были разделены на группы:

- по стажу работы;
- по степени участия в пожаротушении;
- по количеству еженедельных выездов на тушение пожаров.

У всех групп лиц, включенных в исследование, определяли содержание 30 биоэлементов в пробах волос методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС). В частности исследовали концентрацию серебра (Ag), алюминия (Al), мышьяка (As), бора (B), бария (Ba), бериллия (Be), кальция (Ca), кадмия (Cd), кобальта (Co), хрома (Cr), цезия (Cs), меди (Cu), железа (Fe), ртути (Hg), йода (I), калия (K), лития (Li), магния (Mg), марганца (Mn), молибдена (Mo), натрия (Na), никеля (Ni), фосфора (P), свинца (Pb), рубидия (Rb), селена (Se), стронция (Sr), талия (Tl), ванадия (V), цинка (Zn).

Дополнительно с целью оценки поступления токсичных элементов в организм сотрудников ФПС в процессе непосредственного пожаротушения, у пожарных Северо-Западного региона проводили количественное определение содержания Cd в сыворотке крови и результат анализировали в сопоставлении с датой последнего выезда.

3.1 Содержание жизненно необходимых биоэлементов в пробах волос обследованных сотрудников ФПС ГПС

При оценке биоэлементного статуса не зависимо от региона проживания, медианы содержания йода, селена и кобальта в волосах пожарных находятся ниже границ референтных интервалов, что указывает на дефицит данных элементов в организме обследуемых. Это подтверждают следующие результаты: дефицит йода выявлен у 67% пожарных, кобальта – 70,5%, селена – у 49 %.

Помимо дефицита селена, йода и кобальта, наблюдаемого во всех регионах, в Центральном регионе выявлена нехватка цинка (у 29% обследованных), магния (27%) и кальция (21%). В Северо-Западном регионе - цинка (у 38%), магния (35%) и кальция (31%). В остальных обследованных регионах выраженный дефицит других эссенциальных элементов не выявлен.

Следует отметить, что у обследованных в Южном регионе отмечалось превышение уровня жизненно необходимых элементов, таких как медь (23%), натрий (27%) и калий (29%). Высокий уровень меди, возможно, связан с геохимическими особенностями данного региона. Повышенный уровень биоэлементов - натрия и калия, может быть вызван напряжением водно-солевого обмена вследствие жаркого климата.

Для интегральной оценки значимости дефицита отдельных элементов в зависимости от региона проживания и работы нами использован ранговый показатель. Первый ранг присваивали в регионе тому элементу, дефицит которого выражен в максимальной степени, далее, по мере убывания степени распространенности недостатка. В целом, по результатам рангового анализа перечень дефицита жизненно необходимых биоэлементов у пожарных вне зависимости от места проживания можно представить в следующем порядке (по мере убывания дефицита): йод, кобальт, селен, магний, цинк, кальций. По степени благополучия обеспеченности эссенциальными элементами у пожарных, регионы можно расположить в следующем порядке (по мере убывания): Южный, Уральский, Северо-Западный, Центральный, Приволжский.

3.2 Концентрация токсичных биоэлементов в пробах волос обследованных сотрудников ФПС ГПС

В соответствии с полученными данными, в пробах волос всех обследованных пожарных выявлено избыточное содержание таких токсичных элементов, как никель (22%), кадмий (18%), серебро (17%), мышьяк (13%), алюминий (10%), свинец (10%) и стронций (9%).

У сотрудников ФПС, работающих в Северо-Западном регионе, выявлено избыточное содержание кадмия (24%), серебра (16%), алюминия (14%), никеля (10%), свинца (10%) и мышьяка (8%).

У сотрудников ФПС, работающих в Центральном регионе, наблюдается накопление таких токсичных элементов, как никель (44%), стронций (35%), серебро (29%), мышьяк (24%), алюминий (15%), кадмий (12%) и свинец (12%).

У пожарных, работающих в Приволжском регионе, отмечается повышенное содержание никеля (27%), кадмия (18%), серебра (11%) и стронция (11%).

У сотрудников ФПС, работающих в Уральском регионе, наблюдается избыток ряда токсичных биоэлементов: никель (33%), серебро (16%), мышьяк (10%) и свинца (10%).

У сотрудников ФПС ГПС, работающих Южном регионе, выявлено избыточное содержание кадмия (15%), серебра (13%), алюминия (25%), никеля (12%), свинца (15%) и мышьяка (40%).

Для интегральной оценки значимости, как отдельных токсичных элементов, так и отдельных регионов, использована ранговая оценка. Первый ранг присвоен тому химическому элементу, концентрация которого в данном регионе наиболее

часто превышает допустимый уровень. Последующие ранги присваивали тем элементам, распространенность превышений которых была менее выражена.

По результатам рангового анализа перечень токсичных элементов превышавших допустимую концентрацию в пробах волос пожарных, не зависимо от региона работы, можно представить в следующем порядке (по мере убывания): никель, серебро, мышьяк кадмий, алюминий, свинец, стронций. По степени неблагополучия содержания токсичных элементов в организме регионы можно расположить в следующем порядке (по мере возрастания): Центральный, Южный, Северо-Западный, Приволжский, Уральский.

В целом, в результате исследования, выявлен ряд особенностей биоэлементного статуса пожарных в зависимости от региона работы.

В частности, для эссенциальных биоэлементов выявлен дефицит:

- для всех регионов – йода (за исключением Южного округа), кобальта и селена;
- для Северо-Западного и Центрального региона – цинка, магния и кальция;

По степени благополучия обеспеченности эссенциальными элементами регионы располагаются в следующем порядке (по мере убывания): Южный, Уральский, Северо-Западный, Центральный, Приволжский.

По токсичным элементам выявлено повышенное содержание:

- для всех регионов – никеля и серебра;
- для Северо-Западного региона – кадмия, алюминия и свинца;
- для Центрального региона – стронция, мышьяка, алюминия и свинца;
- для Приволжского региона – мышьяка и кадмия;
- для Уральского региона – мышьяка и свинца.
- для Южного региона – мышьяка, алюминия и кадмия.

По степени неблагополучия содержания токсичных элементов в организме регионы можно расположить в следующем порядке (по мере возрастания): Центральный, Южный, Северо-Западный, Приволжский, Уральский.

Из представленных данных видно, что самым неблагополучным регионом по дефициту эссенциальных элементов является Приволжский, а по избытку токсичных химических элементов - Уральский регион.

Наиболее оптимальный биоэлементный статус выявлен у пожарных, проживающих в Южном федеральном округе.

3.3 Сопоставление биоэлементного статуса сотрудников ФПС ГПС МЧС России, спасателей и практически здоровых лиц, проживающих в Санкт-Петербурге

Для выявления особенностей биоэлементного статуса сотрудников ФПС ГПС Санкт-Петербурга, связанных с характером труда, проведено сравнение концентраций химических элементов в пробах волос пожарных с аналогичными показателями у спасателей МЧС России и практически здоровых людей, прошедших обследование в лаборатории элементного анализа ФГБУ ВЦЭРМ им. А. А. Никифорова.

В целом, по результатам анализа проб волос можно говорить о более высоком содержании эссенциальных биоэлементов у сотрудников ФПС ГПС МЧС по сравнению со спасателями. Так содержание ванадия, железа, калия, кальция, магния, марганца, меди, натрия, фосфора, хрома и цинка статистически достоверно выше в пробах волос сотрудников ФПС ($p < 0,05$). Следует отметить, что медианы содержания кальция, магния, меди и цинка в пробах волос спасателей находятся ниже границ референтного интервала. Это свидетельствует о выраженной распространенности дефицита данных элементов в этой анализируемой группе лиц. Более низкие показатели у пожарных наблюдаются только по селену и йоду. При этом медианы содержания селена в обеих группах находятся в границах референтного интервала, а йода – ниже этих границ. Возможно, более низкие показатели обеспеченности организма жизненно необходимыми биоэлементами среди спасателей по сравнению с сотрудниками ФПС ГПС связаны с особенностями их труда (длительные командировки, спектр негативных факторов, режим и качество питания).

В пробах волос сотрудников ФПС ГПС по сравнению со специалистами спасательных формирований наблюдаются статистически достоверно более высокие показатели содержания ряда токсичных элементов: кадмия, рубидия, серебра и стронция ($p < 0,05$). Накопление данных токсичных элементов, вероятно, связано с характером работы сотрудников ФПС ГПС (контактом с продуктами горения). В связи с проживанием обеих обследованных групп в одном регионе, можно исключить роль биогеохимических особенностей в накоплении токсических элементов в организме сотрудников ФПС ГПС.

Несмотря на более высокие показатели содержания эссенциальных биоэлементов в пробах волос сотрудников ФПС ГПС по сравнению со спасателями, накопление токсичных элементов среди пожарных происходит более интенсивно. Это, возможно, связано как с пониженной детоксикационной способностью их

печени, так и постоянным их поступлением в ходе профессиональной деятельности.

По сравнению с практически здоровыми людьми обычных профессий в пробах волос сотрудников ФПС ГПС достоверно выше ($p < 0,05$) содержание ванадия, йода, калия, кальция, кобальта, магния, меди, натрия, фосфора, хрома и цинка. Более высокое обеспечение эссенциальными биоэлементами среди пожарных, по-видимому, связано с отсутствием у данной категории граждан выраженной соматической патологии, что является неперенным условием их предварительного профессионального отбора и последующей профессиональной деятельности.

По токсичным элементам в сравниваемых группах выявлена противоположная картина. Можно говорить о более интенсивном накоплении у сотрудников ФПС ГПС, по сравнению с данной группой сравнения, следующих токсичных элементов: кадмия, рубидия, свинца, серебра и марганца, содержание которых статистически достоверно выше в пробах волос пожарных ($p < 0,05$).

В целом, в результате сравнения биоэлементных показателей в пробах волос пожарных, спасателей и группы практически здоровых людей выявлено накопление в организме сотрудников ФПС ГПС таких токсичных элементов, как барий, кадмий, рубидий, свинец, серебро и стронций, что, вероятнее всего, является следствием воздействия неблагоприятных условий труда.

3.4 Биоэлементный статус сотрудников ФПС ГПС МЧС России и условия труда

Для выявления возможной зависимости биоэлементного статуса от условий труда проведен анализ содержания элементов в пробах волос в зависимости от стажа работы, степени участия в пожаротушении и количества выездов в среднем за неделю.

В результате ранее представленного анализа установлено, что на биоэлементном статусе пожарных отражаются региональные особенности, в связи с чем, анализ возможных зависимостей содержания химических элементов в организме от особенностей труда осуществлялся по отдельным регионам.

При сравнении биоэлементного статуса и стажа работы пожарных выявлен ряд взаимосвязей.

Необходимо отметить, что для каждого вошедшего в исследование региона характерна своя зависимость содержания токсичных элементов от стажа работы.

Среди сотрудников ФПС Уральского региона со стажем работы 4 и более лет наблюдается повышение содержание ртути в пробах волос ($p < 0,05$). В Приволжском регионе у пожарных со стажем 4–10 лет статистически достоверно повышено содержание свинца и алюминия по сравнению с другими группами ($p < 0,05$). Среди обследованных Центрального региона, работающих более 10 лет, получены максимальные показатели содержания алюминия и лития ($p < 0,05$). В Северо-Западном регионе наиболее интенсивно в организме накапливается никель, свинец, стронций, кадмий и серебро у пожарных со стажем до 4-х лет.

Распределение содержания эссенциальных элементов в пробах волос сотрудников ФПС в зависимости от стажа так же имеет свои региональные особенности. В Уральском регионе содержание йод ниже у пожарных со стажем работы до 4-х лет, а ванадия и кобальта – у сотрудников ФПС со стажем до 10 лет ($p < 0,05$). Наиболее высокое содержание кобальта, магния и натрия у пожарных Приволжского региона со стажем 4–10 лет, в тоже время в этой группе понижено содержание селена ($p < 0,05$). Среди сотрудников ФПС Центрального региона, работающих 4–10 лет статистически достоверно ниже йод и фосфор ($p < 0,05$). В Северо-Западном регионе концентрация хрома, кальция, калия и натрия выше у пожарных со стажем до 4-х лет на фоне пониженного содержания цинка ($p < 0,05$).

У сотрудников ФПС Южного региона в группе со стажем работы более 10 лет достоверно повышен уровень алюминия, кадмия и мышьяка.

Обобщая полученные результаты, по содержанию токсичных элементов выявлены следующие региональные особенности:

- 1) Уральский регион – ртуть выше у пожарных со стажем работы 4 и более лет;
- 2) Приволжский регион – свинец и алюминий выше у пожарных со стажем 4 – 10 лет;
- 3) Центральный регион – алюминий и литий выше у сотрудников ФПС, работающих более 10 лет;
- 4) Северо-Западный регион – никель, свинец, стронций, кадмий и серебро выше у пожарных со стажем до 4-х лет.
- 5) Южный регион - алюминий, кадмий и мышьяк выше у сотрудников ФПС, работающих более 10 лет;

По концентрации эссенциальных элементов установлено следующее:

- 1) Уральский регион – йод ниже у пожарных со стажем работы до 4-х лет; ванадий и кобальт ниже у сотрудников ФПС со стажем до 10 лет;
- 2) Приволжский регион – кобальт, магний и натрий выше у пожарных со стажем 4 – 10 лет, в тоже время в этой группе более низкое содержание селена;

3) Центральный регион – йод и фосфор ниже у сотрудников ФПС, работающих 4 – 10 лет;

4) Северо-Западный регион – хром, кальций, калий и натрий выше у пожарных со стажем до 4-х лет, а цинк наоборот ниже.

3.5 Биоэлементный статус и степень участия в пожаротушении сотрудников ФПС ГПС различных регионов

При сравнении биоэлементного статуса сотрудников ФПС ГПС и их степени участия в пожаротушении выявлен ряд особенностей.

У сотрудников ФПС Уральского региона, которые принимают менее интенсивное участие в пожаротушении, наблюдаются достоверно более высокие ($p < 0.05$) показатели содержания в пробах волос таких элементов как калий и медь по сравнению с не участвующими в тушении. По сравнению с пожарными, принимающими непосредственное участие в тушении пожаров, у не участвующих достоверно ниже содержание алюминия. Среди эссенциальных элементов, установлено, что у сотрудников, выезжающих на пожары, но не принимающими непосредственного участия в тушении, наблюдаются более высокие значения содержания фосфора в пробах волос по сравнению с другими группами. Концентрация цинка в группе пожарных, принимающих менее интенсивное участие в пожаротушении ниже, чем у сотрудников, принимающих непосредственное участие, и выше, чем у не участвующих.

В пробах волос сотрудников ФПС Приволжского региона содержание таких токсичных элементов как ртуть и свинец ниже в группе принимающих непосредственное участие по сравнению с не участвующими. Концентрация магния у пожарных, принимающих менее интенсивное участие в пожаротушении, ниже, чем у группы принимающих активное участие. В группе не участвующих в тушении пожаров по сравнению с принимающих менее интенсивное участие достоверно выше содержание марганца в пробах волос.

У сотрудников ФПС Центрального региона непосредственно участвующих в тушении пожаров достоверно повышен ряд элементов: кадмия, кобальта, натрия и свинца по сравнению с группой не участвующих. Концентрация серебра более высокое у пожарных, принимающих непосредственное участие в пожаротушении, по сравнению с группой менее интенсивно участвующих, а селена наоборот. Содержание мышьяка у пожарных, принимающих менее интенсивное участие в пожаротушении, достоверно выше по сравнению с двумя другими группами.

У проживающих в Северо-Западном регионе сотрудников ФПС в группе принимающих непосредственное участие в пожаротушении по сравнению с группой не участвующих достоверно повышен уровень содержания алюминия, лития и свинца, относящихся к токсичным элементам.

В целом, в зависимости от степени участия в пожаротушении по содержанию токсичных элементов выявлены следующие региональные особенности:

1) Уральский регион – алюминий выше у сотрудников ФПС, непосредственно участвующих в пожаротушении;

2) Приволжский регион – марганец, ртуть и свинец выше у пожарных, не задействованных в тушении пожаров;

3) Центральный регион – мышьяк выше у пожарных, менее интенсивно участвующих в тушении пожаров; кадмий, свинец и серебро выше у непосредственно участвующих;

4) Северо-Западный регион – алюминий, литий и свинец выше у пожарных, интенсивно принимающих участие в пожаротушении.

5) Южный регион – алюминий и мышьяк выше у сотрудников ФПС, непосредственно участвующих в пожаротушении;

По концентрации эссенциальных элементов:

1) Уральский регион – калий, медь и фосфор выше у пожарных, менее интенсивно участвующих в пожаротушении; цинк выше у сотрудников, непосредственно участвующих;

2) Приволжский регион – магний ниже у пожарных, принимающих менее интенсивное участие в тушении пожаров;

3) Центральный регион – селен ниже у сотрудников, принимающих непосредственное участие в пожаротушении, а кобальт и натрий выше.

3.6 Биоэлементный статус и количество еженедельных выездов сотрудников ФПС ГПС различных регионов

Содержание токсичных и эссенциальных биоэлементов в пробах волос сотрудников ФПС ГПС так же зависит от среднего количества боевых выездов в неделю.

У сотрудников ФПС Уральского региона, выезжающих 3 - 5 раз, наблюдается достоверно более низкий ($p < 0.05$) показатель содержания в пробах меди по сравнению с другими обследованными группами. Концентрация мышьяка выше у группы с количеством выездов более 10 раз по сравнению с группами, выезжающими до 10 раз. У пожарных с количеством выездов до 3-х раз наблюдается более

высокое значение содержания натрия в пробах волос по сравнению с группой, выезжающей 3 -5 раз в неделю.

В пробах волос сотрудников ФПС Приволжского региона, выезжающих 3 – 5 раз в неделю, достоверно понижен фосфор по сравнению с группой, бывающих на выездах до 3-х раз. У пожарных, выезжающих 6 – 10 раз, наблюдается достоверно более низкое содержание хрома по сравнению группой, выезжающих до 3-х раз, а цинка наоборот.

У сотрудников ФПС Центрального региона, выезжающих до 3-х раз, достоверно понижен ряд элементов: никеля и цинка по сравнению с группой, бывающих на выездах 6 – 10 раз, и кадмия по сравнению с другими группами. Концентрация марганца у пожарных, выезжающих 3 – 5 раз достоверно выше по сравнению с выезжающими до 3-х раз.

У проживающих в Северо-Западном регионе сотрудников ФПС, выезжающих более 10 раз, достоверно понижены кадмий и кальций по сравнению с другими группами, а концентрация лития ниже по сравнению с остальными группами (приложение 3). Концентрация алюминия, магния, никеля, стронция, серебра и свинца ниже у выезжающих более 10 раз по сравнению с группами, выезжающими 3 – 5 и 6 – 10 раз в неделю. У пожарных, выезжающих 3 – 5 раз, повышено содержание кобальта и фосфора по сравнению с выезжающими 6 и более раз в неделю. Концентрация лития и серебра в группе с количеством выездов до 3-х ниже по сравнению с группой, выезжающей 3 – 5 раз.

В целом, в зависимости от количества выездов по содержанию токсичных элементов выявлены следующие региональные особенности:

1) Уральский регион – мышьяк выше в группе с количеством выездов более 10 раз;

2) Центральный регион – никель и кадмий выше в группе с количеством выездов 6 – 10 раз; марганец выше у пожарных, выезжающих 3 – 5 раз в неделю;

3) Северо-Западный регион – кадмий выше у пожарных, выезжающих до 3-х раз в неделю; литий, никель, алюминий, серебро, стронций и свинец выше у сотрудников ФПС с количеством выездов 3 – 5 раз.

4) Южный регион – кадмий и алюминий выше в группе с количеством выездов более 10 раз;

По концентрации эссенциальных элементов установлено следующее:

1) Уральский регион – медь и натрий ниже у пожарных, выезжающих 3 – 5 раз в неделю;

2) Приволжский регион – фосфор ниже у пожарных, выезжающих 3 – 5 раз; хром выше, а цинк ниже у группы с количеством выездов до 3-х раз;

- 3) Центральный регион – цинк ниже в группе с количеством выездов до 3-х;
 4) Северо-Западный регион – кальций, магний, кобальт и фосфор ниже у сотрудников ФПС с количеством выездов более 10 раз в неделю.

3.7 Выводы по результатам обследования сотрудников ФПС ГПС МЧС России

1. В пробах волос пожарных выявлены полидисэлементозы, проявляющиеся дефицитом эссенциальных (йода у 79% обследованных, кальция – у 19%, кобальта – у 74%, магния – у 21%, селена – у 54%, цинка – у 25%) и инкорпорацией токсичных элементов (кадмия – у 18%, никеля – у 22%, свинца – у 10%, стронция – у 9%, алюминия – у 10%, мышьяка – у 13%, серебра – у 17%). Это необходимо учитывать при оценке состояния здоровья пожарных, разработке и проведении профилактических мероприятий по коррекции дисэлементозов.

2. Элементный состав у сотрудников ФПС ГПС МЧС России существенно отличается в зависимости от региона проживания:

- В Северо-Западном регионе дефицит кобальта у 86% обследованных, йода – у 69%, кальция – у 31%, селена – у 49%, цинка – у 38% и магния – у 35% и избыток никеля – у 10%, серебра – у 16%, кадмия – у 24%, алюминия – у 14% и свинца – у 10%;

- В Центральном регионе недостаток йода (у 88%), кобальта (у 65%), селена (у 65%), цинка (у 29%), магния (у 27%), кальция (у 21%) и накопление никеля (у 44%), стронция (у 35%), серебра (у 29%), мышьяка (у 24%), алюминия (у 15%), кадмия (у 12%) и свинца (у 12%);

- В Приволжском регионе дефицит йода (у 80%), кобальта (у 64%), селена (у 64%) и избыток никеля (у 27%), мышьяка (у 25%), кадмия (у 18%), серебра (у 11%), стронция (у 11%);

- В Уральском регионе недостаток йода (у 95%), селена (у 52%), кобальта (у 49%) и повышенное содержание никеля (у 33%), серебра (у 16%), мышьяка (у 10%), свинца (у 10%);

- В Южном регионе недостаток кобальта (у 88%), селена (у 15%) и избыток мышьяка (у 40%), алюминия (у 25%), кадмия и свинца (у 15%), серебра и никеля (у 12%).

3. Выявлены статистически достоверные корреляционные связи между содержанием биоэлементов в организме и условиями труда. Установлено, что с увеличением стажа работы происходит увеличение концентрации ртути (у пожарных Екатеринбурга, $r=0,406$, $p<0,05$), уменьшение содержания цинка (у

пожарных Нижнего Новгорода, $r = -0,392$, $p < 0,05$). У пожарных Москвы чем больше количество боевых выездов, тем выше концентрация никеля ($r = 0,556$, $p < 0,05$), кадмия ($r = 0,449$, $p < 0,05$), марганца ($r = 0,430$, $p < 0,05$) и свинца ($r = 0,376$, $p < 0,05$). У пожарных, принимающих непосредственное участие в пожаротушении, концентрация кадмия в сыворотке крови достоверно выше ($p < 0,05$) по сравнению с другими сотрудниками ФПС. Доказательством вклада самого характера труда на концентрацию кадмия в сыворотке крови, является то, что его содержание тем выше, чем меньше времени прошло с момента пожаротушения до момента взятия крови на анализ ($p < 0,05$). У пожарных Санкт-Петербурга содержание ряда токсичных элементов (кадмий, серебро, свинец, стронций) достоверно выше ($p < 0,05$), чем в группах сравнения. Учитывая проживание перечисленных групп лиц в одном мегаполисе, данный факт можно связать с особенностями труда пожарных.

4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НОРМАЛИЗАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА

Проведённое комплексное исследование биоэлементного статуса сотрудников МЧС России позволило обосновать ряд практических рекомендаций для врачей, проводящих диспансеризацию спасателей, сотрудников ФПС МЧС России, по использованию специальных профилактических мероприятий с учетом региональных особенностей.

В принципе, корригирующие мероприятия должны включать два основных направления:

- нормализация обмена эссенциальных биоэлементов;
- ликвидация избыточного накопления токсичных химических элементов (тяжелых металлов).

4.1 Нормализация обмена эссенциальных биоэлементов

Естественный путь поступления эссенциальных биоэлементов обеспечивается, прежде всего, сбалансированным в количественном и качественном отношении питанием. Как правило, это требование соблюдается в отношении макрокомпонентов пищи: белков, жиров и углеводов, чего нельзя сказать о минорных компонентах, таких как микроэлементы (30 минералов), витамины (15 витаминов), 20 классов других веществ (флаваноиды, фитостерины, антациды, катехины, каротиноиды, фосфолипиды и т.д.). По образному выражению нутрициологов, у на-

селения нашей страны по самым разным причинам наблюдается «скрытый голод по микронутриентам.

В контексте направления нашего исследования мы, естественно, затронем только направления коррекции биоэлементного статуса организма человека.

4.1.1. Адекватное питание

В первую очередь необходимо обеспечить ежедневное поступление с пищей всех необходимых биоэлементов в достаточном количестве. При этом следует ориентироваться на методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации». В соответствии с данными методическими рекомендациями в качестве нормативов для сотрудников МЧС России необходимо использовать показатели для работников высокой физической активности (4-я группа). Физиологическая норма потребления биоэлементов для рабочего 4-й группы представлена в таблице 5.

Таблица 5

Физиологическая норма потребления биоэлементов для рабочего 4-й группы

Биоэлемент	Норма поступления	Биоэлемент	Норма поступления
Na, мг	1300	Zn, мг	12
K, мг	2500	I, мкг	150
Ca, мг	1200	Cu, мг	3
Mg, мг	400	Se, мкг	70
P, мг	800	Cr, мкг	50

Лучшая пищевая стратегия для достижения оптимального здоровья и сокращения риска хронических заболеваний состоит в том, чтобы получать необходимые питательные вещества из разнообразных продуктов питания.

Следует учитывать, что пищевые продукты существенно различаются по содержанию отдельных биоэлементов (табл. 6).

При формировании корректирующего рациона питания следует учесть не только биоэлементный состав рекомендуемых продуктов, но и количество и качество белка, который является не только переносчиком, но и обуславливает степень использования фосфора, магния, цинка, меди и ряда других элементов. От содержания жира в рационе в значительной степени зависит, например, абсорбция магния и кальция.

Перечень пищевых продуктов, обеспечивающих поступление отдельных эссенциальных биоэлементов

Биоэлемент	Пищевые продукты содержащие данный биоэлемент
Йод	морепродукты (треска, пикша, палтус, сельдь, сардины, креветки), морская капуста, йодированная соль
Калий	молочные продукты, печень, петрушка, картофель, томаты, брокколи, свекла, хлеб из цельного зерна, бобы, горох, кабачки, лосось, скумбрия, сельдь, семя тыквы, абрикосы, авокадо, чернослив, курага, бананы, изюм, какао.
Кальций	молочные продукты, петрушка, шпинат, бобы, орехи, рыба, сардины, кунжут, кольраби, шпинат, миндаль, бразильский орех, листовая свекла, листья горчицы, пятнистая фасоль, сыр, инжир, морская капуста, скумбрия баночная с костями
Кобальт	молоко, красная свекла, редис, почки, печень, сердце, лук зеленый, капуста, салат, чеснок, морковь, шпинат, малина и черная смородина
Магний	растительная пища, бобы, орехи, горох, фасоль, отруби пшеничные, говядина, картофель, греча, какао, шоколад, креветки, морская рыба и морские водоросли
Медь	шоколад, какао, авокадо, мясо, печень свиньи, говядина, морепродукты, морская капуста, печень, бобы, огурцы, семечки, капуста, картофель, помидоры, рис коричневый, морковь, шпинат, горох, грибы, сухофрукты, яблоки
Селен	чеснок, сало, белые грибы, пшеничные отруби, пивные дрожжи, куриное яйцо, семечки подсолнуха, коричневый рис, сыр, печень, оливковое масло, мясо, морепродукты, морские водоросли, маслины, бобовые, орехи
Хром	пивные дрожжи, черный перец, грейпфруты, грибы, говядина, орехи семени подсолнечника, арахис, пшеничные отруби, изюм, коричневый рис, слива, печень, куриный желток.
Германий	томатный сок, бобы, молоко, лососина, сельдерей, капуста, чеснок, женшень, алоэ, зеленый чай.
Цинк	белковая пища: телятина, говядина, печень, индейка, крабы, сельдь, морепродукты, желтки куриных яиц, водоросли, отруби пшеничные, овсяная крупа, морковь, шпинат, горох, орехи, семя тыквы и подсолнуха, дыня, черника
Железо	говядина, говяжья печень, тунец, устрицы, инжир, изюм, чернослив, тыква, горох, овсяная крупа

4.1.2. Витаминно-минеральные комплексы и БАДП

Многолетние исследования биоэлементного статуса населения свидетельствуют о том, что только за счет питания, даже сбалансированного, практически не возможно добиться поступления всего многообразия микроэлементов в достаточном количестве, особенно ультрамикроэлементов. Тем более, когда речь идет о профессиональной группе лиц с высокой потребностью в них [12, 28, 31, 33].

В этом случае, как и в большинстве других, имеются прямые показания к систематическому приему витаминно-минеральных комплексов или биологически активных добавок к пище (БАДП) и минеральных вод.

В принципе, витаминно-минеральные комплексы, реализуемые через аптечную сеть, тоже являются БАДП. Отличие состоит лишь в том, что они содержат химически синтезированные (что совершенно не адекватно природным) витамины и искусственно составленные наборы микроэлементов в заданных концентрациях.

В отличие от этого, в традиционных БАДП основным источником витаминно-минерального комплекса являются лекарственные растения, продукты моря, пчеловодства, биотехнологического синтеза. В отличие от лекарственных средств, включающих биологически активные вещества в лечебных целях и дозах, которые в десятки и сотни раз превышают физиологическую потребность здорового человека, и вводимых в организм как *per os*, так и парентерально, БАДП используются с целью восполнения дефицита этих веществ в рационах в количествах, находящихся в пределах суточной физиологической потребности человека, и применяются только *per os* с пищей во время еды.

При назначении необходимого препарата следует оценить результат анализа содержания биоэлементов в биопrobe конкретного пациента и, в случае выявления дефицита эссенциальных, подобрать соответствующий комплекс их содержащих. При дефиците только одного элемента возможна коррекция монопрепаратом, но с учетом его конкурентных связей.

Перечень некоторых препаратов, реализуемых через аптечную сеть представлен в таблице 7.

Препараты микроэлементов, присутствующие на Российском рынке

(цит. По А.В.Скальному с добавлениями)

А. МОНОПРЕПАРАТЫ.

Продукт (производитель)	Фарм- группа	Форма выпуска	Содержание активного вещества
Марганец			
БиоМарганец (АНО ЦБМ, Россия)	БАДП	капсулы, таблетки	0,0125 г аспарагината марганца
Цинк			
Цинкас форте (Фармаполь, Польша)	БАДП	таблетки	0,15 г гидроаспарагината цинка
БиоЦинк (АНО ЦБМ, Россия)	БАДП	капсулы, таблетки	5 мг цинка в виде аспарагината
Цинкит (Верваг Форма ГмбХ, Германия)	препарат	драже	3 и 10 мг окиси цинка
Цинк + Медь			
Цинкуприн форте (Фармаполь, Польша)	БАДП	таблетки	0,15 г гидроаспарагината цинка, 0,0143 г гидроаспарагината меди
Медь			
БиоМедь (АНО ЦБМ, Россия)	БАДП	капсулы, таблетки	0,007 г аспарагината меди
Селен			
Селен-Актив (Россия)	БАДП	таблетки	50 мкг селена в органической форме
Селенохел (АНО ЦБМ, Россия)	БАДП	капсулы, таблетки	50 мкг селена в виде селен-метиоина и селен-цистеина
Окситекс (Верваг Форма ГмбХ, Германия)	препарат	капсулы	50 мкг селена в виде селенсодержащих дрожжей
Магний			
Магне В ₆ (Санофи, Франция)	препарат	таблетки № 50	500 мг лактата магния (в том числе магния 48 мг)
Магнерот (Верваг Форма ГмбХ, Германия)	препарат	таблетки	500 мг оротата магния (32,8 мг магния)

Таблица 7 (продолжение)

Продукт (производитель)	Фарм- группа	Форма выпуска	Содержание активного вещества
Хром			
Хромохел (АНО ЦБМ, Россия)	БАДП	капсулы, таблетки	100 мкг хрома в виде аспарагината
Хром пиколинат (ФЭТ-Х, Россия)	БАДП	сироп	5000 мкг/мл хрома
Железо			
Сорбифер дурулекс (Эгис, Венгрия)	БАДП	таблетки	100 мг железа в виде сульфата
Ферро-Фольгамма (Верваг Форма ГмбХ, Германия)	препарат	капсулы	100 мг железа сульфата безводного (37 мг железа)
Кобальт			
Различные формы выпуска витамина В ₁₂	препарат		
Калий			
БиоКалий (АНО ЦБМ, Россия)	БАДП	капсулы, таблетки	300 мг аспарагината калия (10 мг К)
Калия хлорид	препарат	таблетки, 10%-й раствор, 4%-й раствор	1 г на 100 мл 0,4 г на 100 мл
Калий-нормин (Венгрия)	препарат	таблетки	1 г калия хлорида
Кальций			
Витрум Кальциум + Витамин D ₃	витамины	таблетки	1250 мг карбоната кальция (эквивалентно 500 мг кальция)
Кальций-Д ₃ Нико-мед	препарат	таблетки	1250 мг карбоната кальция (эквивалентно 500 мг кальция)
Йод			
Йод-Актив (Россия)	БАДП	таблетки	50 мкг йода

Б. ВИТАМИНО-МИНЕРАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Продукт (производитель)	Форма выпуска	Содержание активного вещества
Биовиталь (США-Франция)	драже	витамины: А, В, В ₂ , В ₆ , В ₁₂ , С, РР; железо - 35,5 мг
Витамакс плюс с антиоксидантами (Аpic, США)	капсулы №30	магний - 35 мг, кальций - 55 мг, калий - 10 мг, фосфор - 25 мг

Таблица 7 (продолжение)

Продукт (производитель)	Форма выпуска	Содержание активного вещества
Витрум плюс (США)	таблетки №30, №100, №130	витамины: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , С, D, К, Е, Н, РР; калий - 40 мг, кальций - 162 мг, магний- 100 мг, фосфор- 109 мг
Глутамевит (Россия)	таблетки	витамины: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В _с , С, Е, Р, РР; калий - 2,5 мг, кальций - 40 мг, железо - 10 мг, медь - 2 мг
Дуовит (Словения)	драже	витамины: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , В _е , D, С, Е, РР; кальций - 15 мг, магний - 20 мг, фосфор- 12мг, железо- 10мг, марганец - 1 мг, медь - 1 мг, молибден - 100 мкг, цинк - 3 мг
Каль-с-вита (Кальцевита) (Швейцария)	шипучие таблетки	витамины: В ₆ , С, D; кальций- 250мг, натрий - 170 мг
Капли Берета Плюс (Венгрия)	капли	железо- 6,70мг, цинк- 3,79мг, натрий- 2,14 мг, магний - 1,35 мг, марганец- 1,02 мг, калий - 0,924 мг, медь- 0,848 мг, молибден - 0,634 мг, ванадий - 0,406 мг, никель - 0,362 мг, бор - 0,350 мг, фтор- 0,301мг, хлор- 0,099 мг, кобальт - 0,083 мг
Матерна (США)	таблетки	витамины: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В _е , В ₁₂ , С, D, Е, РР, Н; кальций - 250 мг, магний - 25 мг, железо - 60 мг, йод - 150 мкг, марганец - 5 мг, медь - 2 мг, молибден - 25 мкг, хром - 25 мкг, цинк - 25 мг.
Мистермин (Россия)	таблетки	цинк - 10 мг, марганец - 2 мг, хром - 100 мкг, селен - 40 мкг
Нутрисан (Швейцария)	капсулы	витамины: А, В ₁ , В ₂ , В ₆ , В _с , В ₁₂ , С, D, Е, РР; кальций- 150мг, магний- 1мг, железо - 20 мг, марганец - 0,5 мг, цинк - 0,2 мг
Олиговит	драже	витамины: А, В ₁ , В ₂ , В ₆ , В ₁₂ , С, D, Е, РР; калий - 2,5 мг, кальций - 200 мг, магний- 3мг, железо- 10 мг, марганец- 0,5 мг, медь - 0,5 мг, молибден - 0,1 мкг, фтор - 0,5 мг, цинк - 0,75 мг
Прегнавит (Германия)	капсулы	витамины: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В _е , В ₁₂ , С, D, Е, РР; кальций - 250 мг, железо - 30 мг
Супрадин Рош (Швейцария)	драже	витамины: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В _с , В ₁₂ , С, D, Е, Н, РР; кальций - 50 мг, магний - 40 мг, фосфор - 50 мг, железо - 3,6 мг, марганец - 0,5 мг, медь - 0,4 мг, хром - 10 мкг, цинк - 3 мг
Триовит (Словения)	капсулы	витамины: А, С, Е; селен - 50 мкг
Фенюльс (Индия)	капсулы	витамины: В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , С; железо - 45 мг
Ферро- Фольгамма (Германия)	капсулы	железо сульфат безводный - 100 мг (37 мг железа)

Таблица 7 (продолжение)

Продукт (производитель)	Форма выпуска	Содержание активного вещества
Центрум (США)	таблетки	витамины: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₉ , В ₁₂ , С, D, Е, Н, К, РР; калий - 40 мг, кальций - 162 мг, магний - 100 мг, фосфор - 125 мг, ванадий - 10 мкг, железо - 18 мг, йод - 150 мкг, кремний - 10 мкг, марганец - 2,5 мг, медь - 2 мг, молибден - 10 мкг, никель - 5 мкг, олово - 10 мкг, селен - 25 мкг, хлор - 36,3 мг, хром - 25 мкг, цинк - 15 мг
Нормоспектрум (Россия)	капсулы	Витамины: Е, В ₁ , В ₆ , В ₁₂ , С, цинк, селен
Юникап М (США)	таблетки	витамины: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , С, D, РР; калий - 5 мг, кальций - 35 мг, магний - 5 мг, железо - 10 мг, йод - 150 мкг, марганец - 1 мг, медь - 1 мг

Одновременно на Российском рынке присутствует много компаний, которые реализуют БАДП через сеть распространителей. В качестве примера приведем некоторые из них:

- компания «Амвей»: препараты Дейли, – 24 основных витамина и минерала плюс фитонутриенты, Дабл Х – 12 витаминов, 10 минералов и фитонутриенты из 20 растительных концентратов, которые обеспечивают дневную норму всех полезных питательных веществ, Кальций и магний с витамином Д содержит: вит. С (20 мг), вит Д (100МЕ), кальций (250 мг), магний (100 мг), цинк (5 мг), медь (0,66 мг), марганец (0.83 мг),
- компания «Виталайн»: препараты МультиВит Кейр (витамины С, Е, Д, гр. В + 8 биоэлементов, Ультра Кальций и Кремний Формула (6 вит + 6 биоэлементов), Хелси Хром (200 мкг), Вита Селен (50 мкг), Вита Цинк (50 мг)
- компания «Витамакс»: препараты Витабаланс 2000 (16 витаминов, 10 биоэлементов плюс биофлаваноиды, . Комплекс кальция (Ca, Mg, Zn, Mn, Si, В, Cr, вит С, Д3), Спектрамин - мультивитаминный комплекс (Ca, Mg, К, Zn, Fe, Mn, В, Cu, Cr, Se, J, Mo).
- компания «NSP»: препараты Calcium Magnesium Chelate – (кальций, магний, фосфор + витамин Д), Colloidal Minerals (64 макро- и микроэлементов), Superscomplex – набор витаминов (17) и минералов (12).
- компания Terve Elo Oy предлагает универсальный витаминно-минеральный комплекс Vitatabs Maxi –содержащий селен (50 мкг), хром (50 мкг), цинк (15 мг), Марганец (2,5 мг) и 12 витаминов или Ladyvita – поливитаминный

комплекс включающий: кальций (600 мг), магний (100 мг), железо (14 мг), цинк (15 мг), медь (1 мг), йод (150 мкг), марганец (2,5 мг), хром (40 мкг), селен (55 мкг) и 13 видов витаминов;

- Архангельский опытный водорослевый комбинат предлагает широкий спектр своей продукции (биологических добавок) основу которых составляют компоненты морской водоросли Ламинарии. Например, Ламинария сушеная. Она содержит все необходимые организму макро и микроэлементы и, что особенно важно, йод и селен в органических соединениях в физиологической пропорции 1 к 0,7. Способ применения 2 раза в день 1 чайную ложку сушеной доробленной ламинарии запить водой или добавить в готовое блюдо. Не менее значим для нормализации минерального обмена прием биодобавки на основе беломорской водоросли Фукус. Концентрация биоэлементов и витаминов в фукусе в десятки раз превосходит все известные наземные растения и по своему пропорциональному отношению идентичен составу плазмы крови.

При выборе рекомендуемой дозировки приема препарата, в диапазоне от профилактической до лечебной, следует оценить степень отклонения концентрации элемента от референтного значения, но, в любом случае, продолжительность приема должна быть не менее 3-х месяцев для достижения видимого эффекта.

4.1.3. Минеральные воды

Относительно самостоятельным направлением коррекции биоэлементного статуса является бальнеотерапия – наука, изучающая влияние минеральных вод на организм человека. Минеральные вещества и микроэлементы, содержащиеся в так называемых минеральных водах, придают им особые лечебные свойства.

Все воды по общей минерализации, под которой понимается суммарное количество растворенных в воде веществ, выраженное в граммах на литр, делятся на:

- природно-столовые – минерализация не превышает 1 г/л;
- лечебно-столовые – от 1 до 8 г/л;
- лечебные – от 8 до 15 г/л.

В минеральных водах содержатся различные количества железа, кобальта, магния, меди, марганца, йода, брома, кремния и других, важных для организма биоэлементов.

Не вызывает сомнения, что именно физико-химический состав минеральной воды определяет ее лечебные свойства. Механизм ее действия достаточно сложен,

но принято считать, что существует неспецифическое действие минеральной воды, которое в основном обусловлено такими макроэлементами как ионы натрия, хлора, гидрокарбоната, общей минерализацией и специфическими эффектами, вызываемые макро- и микроэлементами. Но для того, чтобы эти элементы были значимыми для организма, их концентрация должна быть достаточно высока.

В любом случае использование лечебных вод должно быть согласовано лечащим врачом.

4.2 Профилактика нарушений биоэлементного статуса при фармакологической терапии

При систематическом и курсовом приеме лекарственных средств, следует учесть их побочное действие на минеральный обмен. Механизм влияния разный, но в основном это проявляется снижением усвояемости отдельных химических веществ или усилением выведения из организма. В качестве примера в таблице отражено влияние отдельных фармацевтических групп на обмен отдельных биоэлементов (табл. 8).

Таблица 8

Фармацевтическая группа и ее возможные эффекты в отношении минерального обмена

Фармацевтическая группа	Возможные нарушение обмена элементов снижение усвоения (1) усиленное выведение (2)
Антациды	фосфор, железо, магний (1)
Антибиотики	кальций, железо, калий, магний, (1), калий (2)
Антиревматические	селен
Антидепрессанты	литий (накопление)
Гиполипидемическая	железо, калий, натрий, магний, кобальт (1)
Гипохолестеринемическая	железо, кальций, кобальт (1)
Диуретики	калий, магний, цинк, кальций, натрий (2)
Противовоспалительные	магний, цинк (1)
Противоуратные	фосфор, кальций, магний, калий, натрий (2)
Препараты цинка	медь (1)
Препараты железа	цинк, медь (1)
Препараты кальция	фосфор, магний, цинк (1)
Сердечные гликозиды	кальций, калий, магний, цинк (2)
Слабительные	кальций, фосфор (1)
Хелаторы	кальций, железо, цинк (1)
Цитостатики	кобальт, натрий, калий (10)

Таким образом, при осуществлении терапии с использованием препаратов соответствующих фармакологических групп целесообразно предусмотреть назначение поддерживающего профилактического курса приема уязвимых биоэлементов.

4.3. Активация выведения токсичных биоэлементов, превышающих допустимый уровень

Проведенные нами исследования содержания токсичных элементов (тяжелых металлов) в организме пожарных и спасателей показали актуальность детоксикационных мероприятий, более чем у 10 % обследованных.

В связи с этим, актуальным является выведение тяжелых металлов с использованием, в первую очередь, различных сорбентов, обладающих высокой емкостью в отношении их ионов.

Энтеросорбенты - это биосовместимые препараты способные осуществлять в желудочно-кишечном тракте связывание токсических веществ, как экзогенных, так и эндогенных путем абсорбции, адсорбции или ионообмена и комплексообразования. Таким образом, энтеросорбенты участвуют в очистке внутренней среды организма, связывая различные патологические метаболиты, тяжелые металлы, токсины бактерий.

В медицинской практике с середины 90-х годов прошлого столетия нашли применение следующие группы сорбентов на основе:

- высокодисперсной окиси кремния (полисорб);
- волокнистых форм пиролизованной целлюлозы – лигнина (полифепан, фильтрум, лигносорб);
- алюмосиликатов и глиноземов (смекта, каопектат);
- унитиола (зорекс);
- химических полимеров (энтеродез, энтеросгель).
- бурых морских водорослей или альгинатов.

На последних сорбентах, альгинатах, ввиду их уникальности и природных свойствах остановимся более подробно.

Известно, что соли альгиновой кислоты обладают уникальными свойствами избирательно связывать и выводить из организма инкорпорированные соли тяжелых металлов. Альгиновая кислота представляет собой длинные цепи полиуроновых кислот, образующих водорослевые растительные волокна. Эти волокна не перевариваются организмом человека и выводятся через кишечник. При этом ионообменные свойства альгиновой кислоты обуславливают замещение катионов кальция, магния, калия, натрия в альгинатах катионами тяжелых металлов, кото-

рые крепко связываются с альгиновой кислотой и выводятся из организма. В качестве сорбентов на основе альгиновой кислоты можно рекомендовать следующие:

- Кальцилан - 1 пакетик добавляют в пищу или напиток, принимают 2 раза в день. Способствует не только выведению солей тяжелых металлов, но и восполняет недостаток кальция, уменьшает проявления аллергических реакций;

- Натальгин – 1 пакетик залить 100 мл. питьевой водой на ночь. Утром и перед сном выпить образовавшийся гель. Курс 20 дней. Способствует нормализации микрофлоры кишечника;

- Канальгат - 1 пакетик залить 100 мл. питьевой водой на ночь. Утром и перед сном выпить образовавшийся гель. Курс 20 дней. Снимает дисфункцию толстой кишки.

Принципиально другим способом снижения содержания токсичных элементов в организме человека является использование эссенциальных биоэлементов по принципу антагонизма. В данном случае работает механизм смягчения ионами биотических элементов токсического влияния солей тяжелых металлов. В частности, выражен антагонизм: алюминий - кальций, магний, медь; кадмий - цинк, медь, селен, кальций; мышьяк - селен, цинк; ртуть - цинк, селен; сера, свинец - кальций, магний, цинк, железо, селен. Дополнительно насыщая организм перечисленными биоэлементами можно существенно снизить содержание в нем тяжелых металлов.

4.4. Коррекции дисбаланса микроэлементов с помощью физиотерапевтических методов

В отличие от традиционных методов коррекции биоэлементного статуса, физиотерапевтическим методам в настоящее время отводится «неспецифическая» роль. Между тем, современная наука располагает данными о вполне достоверных изменениях микроэлементного состава организма человека в результате физиотерапии. Однако подобные клинические исследования не многочисленны.

Принципиальная возможность влияния на микроэлементный баланс организма человека методами физиотерапии известна давно. На сегодняшний день широко распространены корригирующие технологии, основанные на стимуляции саногенеза и усилении неспецифической резистентности под действием физических факторов. Подобные регуляторные и тренирующие влияния на различные системы организма, как составная часть биофилактики, оказывают позитивное действие на микроэлементный обмен.

Применение транскраниальной электростимуляции, усиливающей выработку в-эндорфинов, стабилизирует показатели работы ЖКТ, повышая усвояемость питательных веществ, в т.ч. и микроэлементов. Однако, наибольший интерес представляют методики, позволяющие обеспечить прицельные эффекты.

В этом плане широко известным является влияние ультрафиолетового (УФ) облучения на обмен кальция. Стимулирующий эффект основан на фотосинтезе витамина Д₃ в коже под действием на нее естественных или искусственных УФ-лучей средневолновой части диапазона. Менее изучено экстракорпоральное воздействие на кровь УФ – лучей, приводящее к активации, как транспортных систем крови, так и непосредственно самих ионов.

Другой разновидностью фототерапии является воздействие низкоинтенсивным лазерным излучением (НИЛИ). Воздействие НИЛИ, используемое в физиотерапии, активизирует трофику тканей и клеточный метаболизм, ускоряет процессы регенерации, обладает иммунокорректирующим и детоксикационным эффектом. НИЛИ с использованием сниженных доз лазерного излучения оказывает выраженное нормализующее влияние на содержание макро- и микроэлементов (железа, цинка, меди, магния, калия, серы) в сыворотке крови и динамику гемореологических показателей. Под действием НИЛИ происходит термодинамический запуск Са- зависимых процессов, что приводит к активации транскитоza в целом, что и обуславливает возможность проведения лазерофореза. Надвенное и, в большей степени, внутривенное лазерное облучение крови интенсифицирует транспортные системы и конформационные перестройки белков- переносчиков и металл-содержащих ферментов.

Весьма распространенной, ввиду высокой эффективности при минимуме побочных эффектов, остается магнитотерапия. Под влиянием магнитного поля (МП) происходит возрастание ионной активности, повышается внеклеточная концентрация калия с одновременным снижением концентрации натрия. МП изменяет концентрацию в тканях таких микроэлементов, как железо, медь, цинк, кобальт и магний. Интересно, что воздействие магнитным полем в непрерывном режиме понижает концентрации калия, магния, кальция в крови, тогда как воздействия импульсного характера – их повышает.

Другой, не менее распространенный метод физиотерапии – электрофорез. Подобный способ введения лекарственных веществ позволяет создавать депо препаратов с последующим длительным поступлением ионов в активной форме в кровь. Минимизация побочных эффектов, повышенная биодоступность и биоактивность вводимых ионов, являются выгодными преимуществами данного способа введения. Так, для нормализации кальциевого обмена, в качестве профилак-

ки остеопороза рекомендуется электрофорез хлорида кальция. Насыщение организма необходимыми микроэлементами под действием гальванического тока возможно практически для всех видов ионов. Исследованными и практически применяемыми на сегодняшний день являются электрофорез K, Mg, Cu, Se, I, Br, S, Zn. Описано использование фореза микроэлементов по принципу антагонизма, препаратов способствующих выведению токсичных ионов. Применение электрофореза цинка способствует выведению меди, хрома и кадмия. Важной особенностью фореза с помощью преформированных физических факторов является возможность локального «прицельного» введения. Применение внутритканевого электрофореза позволяет локально увеличить концентрации вводимых перорально или инфузионно микроэлементов за счет последующей гальванизации выбранной области. Непосредственное действие гальванического тока усиливает трофику тканей, повышая функциональную активность органов и систем. Так, под действием электрофореза цинка и серы происходит не только насыщение указанными микроэлементами, но и нормализация кишечного биоценоза, улучшение процессов всасывания и метаболизма в ЖКТ. В клиниках нашего Центра с успехом используется электрофонофорез и электрофорез в магнитном поле, что позволяет увеличить биодоступность вводимых ионов за счет их непосредственной активации при одновременном улучшении трофики тканей.

Также значительно улучшают трофику тканей, усиливая кровообращение, окислительный метаболизм и способствуя нормализации ионной среды физиобальнеологические методы лечения. При этом в зависимости от вида действующего фактора, происходит насыщение организма специфическими ионами и/или реализуется детоксикационный эффект. Например, экспериментально доказана биопрофилактическая эффективность применения сероводородных ванн при свинцовой интоксикации. Донаторами микроэлементов (проникают в организм через кожу) являются также йодобромные, бишофитные (преимущественно магниевые) ванны.

Для коррекции микроэлементного баланса может применяться грязелечение. Специфика лечебного эффекта будет определяться не только методикой, но и особенностями физико-химического состава грязи. Выявлена в пределах физиологической нормы активация обменных процессов, модулирующее действие на показатели электролитного и азотистого обмена. Установлено, что при курсовом воздействии илово-сульфидной грязью, содержание марганца и меди по сравнению с исходным уровнем достоверно увеличивается в плазме крови, происходит увеличение содержания железа в плазме крови по отношению к эритроцитам. В тоже время содержание кальцитонина и кальция в плазме крови достоверно сни-

жается. Полученные в результате исследования корреляционные связи позволяют сделать вывод об участии гормональной системы в регуляции минерального обмена при пелоидотерапии. В тоже время изменения содержания микроэлементов при пелоидотерапии могут быть связаны не только с адаптивной перестройкой механизмов эндокринной регуляции, но и с перестройками в системах транспорта микроэлементов в организме. Действительно, при оценке динамики содержания меди и церулоплазмينا, основного транспортного белка меди в крови отмечено наличие общего вектора направленности концентрационных изменений в крови уже на начальных этапах, достигающих своего максимального значения к концу курсового воздействия.

Разработаны и применяются комплексные технологии с использованием физических факторов, позволяющие снизить химическую нагрузку на организм. Под влиянием комплексной физической нагрузки в сочетании с термо-воздушным воздействием отмечается снижение концентрации свинца, никеля, хрома в волосах и моче. При этом коэффициент корреляции между объемом нагрузок и степенью снижения концентрации указанных элементов не ниже 0,87 [10].

На сегодняшний день, доказанное физиологичное действие комплексных физиотерапевтических методик делает продолжение исследований в указанной области весьма перспективными.

В целом, применительно к персональной тактике коррекции биоэлементного статуса, необходимо по возможности проанализировать весь спектр возможных причин его изменений. Это могут быть как внешний факторы (экологические особенности района проживания, профессиональные вредности, состав употребляемой воды), так и внутренние (состояние микробиоценоза, усвояемость питательных веществ, работа выделительных органов, нарушения метаболизма, гормональный статус и т.д.). Только оценив в совокупности эти факторы можно добиться успеха в нормализации минерального обмена организма конкретного человека.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое комплексное исследование биоэлементного статуса сотрудников МЧС России позволило обосновать следующие практические рекомендации для врачей, проводящих диспансеризацию спасателей и сотрудников ФПС ГПС МЧС России по использованию специальных профилактических мероприятий с учетом региональных особенностей:

1. Рекомендовать внедрение многоэлементного анализа биосубстратов (волосы) в комплекс мероприятий по диспансеризации сотрудников МЧС России, что позволит формировать группы риска по дисэлементозам и проводить индивидуальную целенаправленную коррекцию.
2. Обогащать рацион питания сотрудников МЧС России, продуктами с повышенным содержанием недостающих биоэлементов.
3. Дополнительно сотрудникам МЧС России следует принимать поливитаминно-минеральные комплексы. Продолжительность курса приема в зависимости от степени дефицита, но не менее 3-х месяцев.
4. С целью активации выведения избытка токсичных элементов рекомендовать использование сорбентов.
5. Использовать физиотерапевтические методы коррекции дисбаланса биоэлементов.

Алгоритм действий врача выглядит следующим образом: начинать первичную диагностику отклонений в биоэлементном статусе следует со сбора анамнеза, включая сведения о регионе проживания, особенностях профессиональной деятельности и питания, исследования химического состава волос с помощью метода масс-спектрометрии. Коррекция биоэлементного статуса производится индивидуально и может быть направлена как на восполнение недостатка жизненно необходимых элементов, так и на выведения избытка токсичных. Повторное исследование содержания биоэлементов, с целью оценки эффективности терапии, следует проводить не ранее чем через 6-8 месяцев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян Н.А. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека / Н.А. Агаджанян, А.В. Скальный. – М.: КМК, 2001. – 83 с.
2. Анализ баланса микроэлементов в условиях воздействия комплекса факторов / А.Н. Тиньков [и др.] // Вестник ОГУ. – 2005. – № 2. – С. 66–67.
3. Анализ заболеваемости сотрудников Федеральной противопожарной службы России в 2005-2007 гг. / А.А. Порошин [и др.] // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. – 2009. – № 1. – С. 16–19.
4. Бабенко Г.А. Микроэлементозы человека: патогенез, профилактика, лечение / Г.А. Бабенко // Микроэлементы в медицине. – 2001. – Т. 2, вып. 1. – С.2–5.
5. Барашков Г.К. Медицинская бионеорганика, Основы, аналитика, клиника. – М.: Издательство БИНОМ, 2011. – 512 с.
6. Боев В.М. Микроэлементы и доказательная медицина / В.М. Боев. – М.: Медицина, 2005. – 208 с.
7. Вировец О.А. О повышенных потерях макро- и микроэлементов при занятии спортом и целесообразности их компенсации биологически активными добавками / О.А. Вировец // Вопросы питания. – 2009. – № 2. – С. 67–72.
8. Грабеклис А.Р. Региональные особенности элементного состава волос у детей как основа для оценки риска элементозов / А.Р. Грабеклис // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. – 2009. – № 2. – С. 31–35.
9. Гребенюк А.Н. Оценка профессионального риска здоровья пожарных от воздействия химических веществ / А.Н. Гребенюк, Л.А. Кушнир // Медицина труда и пром. экология. – 2010. – № 12. – С. 10–14.
10. Гребенюк А.Н. Профилактика и медицинская помощь при отравлениях токсичными продуктами горения / А.Н. Гребенюк, В.А. Баринов, В.А. Башарин // Военно-мед. журнал. – 2008. – № 3. – С. 26–32.
11. Гресь Н.А. Скальный А.В. Биоэлементный статус населения Беларуси: экологические, физиологические и патологические аспекты. // М. – 2011. – 352 с.
12. Губайдуллина С.Г. К вопросу связи обмена минеральных веществ организма человека и белково–энергетической обеспеченностью / С.Г. Губайдуллина // Вестник ОГУ. – 2006. – № 2. – С. 10–12.
13. Ермаков В.В. Геохимическая экология организмов как следствие системного изучения биосферы / В.В. Ермаков // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. – М.: Наука, 1999. – С. 152–183.

14. Изучение уровня тяжелых металлов в организме при различных патологических состояниях, связанных с нарушением функционирования иммунной системы / С.В. Нотова [и др.] // Вестник ОГУ. – 2009. – № 6. – С. 496–498.

15. Калетина Н.И. Микроэлементы – биологические регуляторы / Н.И. Калетина, Г.И. Калетин // Наука в России. – 2007. – № 1. – С. 12–19.

16. Коденцова В.М. Витаминно-минеральные комплексы: типы, способы приема, эффективность / В.М. Коденцова, О.А. Вржесинская // Вопросы питания. – 2006. – № 5. – С. 34–44.

17. Колычева И.В. Актуальные вопросы медицины труда пожарных (обзор литературы) / И.В. Колычева // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2005. – № 8. – С. 133–136.

18. Корреляционный анализ данных спектрометрии волос новый подход к оценке элементного гомеостаза / В.И. Петухов [и др.] // Вестник ОГУ. – 2007. – № 12. – С. 128–135.

19. Кудаева И.В. Биохимические критерии развития профессионально обусловленного заболевания у пожарных / И.В. Кудаева, Л.А. Бударина // Медицина труда и пром. экология. – 2007. – № 6. – С. 12–18.

20. Нотова С.В. Взаимосвязь между выраженностью изменений элементного состава волос человека и показателями неспецифической реакции адаптации / С.В. Нотова, А.Т. Быков // Экология человека. – 2005. – № 6. – С. 15–17.

21. Нугайбекова Г.А. Значение марганца в жизни человека (обзор литературы) / Г.А. Нугайбекова, З.М. Берхеева // Медицина труда и пром. экология. – 2011. – № 9. – С. 30–35.

22. Оберлис Д. Биологическая роль макро– и микроэлементов у человека и животных / Д. Оберлис, Б. Харланд, А. Скальный. – СПб. : Наука, 2008. – 544 с.

23. Онищенко Г.Г. Современные методы анализа и оборудование в санитарно–гигиенических исследованиях / Г.Г. Онищенко, Н.В. Шестопалова. – М. : ФГУП «Интерсэп», 1999. – 496 с.

24. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно–эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой и масс–спектрометрии с индуктивно связанной плазмой: Методические указания. – М. : Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 56 с.

25. Оценка химического фактора при пожарах / Н.А. Тараненко [и др.] // Гигиена и санитария. – 2004. – № 1. – С. 37–39.

26. Панченко Л.Ф., Маев И.В., Гуревич К.Г. Клиническая биохимия микроэлементов. – М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2004. – 368 с.

27. Преображенский В.Н. Активационная терапия в системе медицинской реабилитации лиц опасных профессий / В.Н. Преображенский, И.Б. Ушаков, К.В. Лядов. – М. : «Паритет граф», 2000. – 320 с.

28. Раднаев Г.Г. Значение витаминно-микроэлементных комплексов в улучшении состояния здоровья критических групп населения / Г.Г. Раднаев, Л.В. Охремчук // Сибирский мед. журнал. – 2004. – № 7. – С. 62–63.

29. Ребров В.Г. Витамины, макро– и микроэлементы / В.Г. Ребров, О.А. Громова. – М. : ГЭОТАР–Медиа, 2008. – 960 с.

30. Риск развития производственно обусловленных нарушений здоровья у пожарных при остром и хроническом воздействии вредных веществ / Л.А. Бударина [и др.] // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2007. – № 6. – С. 13–17.

31. Роль питьевой воды в обеспечении организма человека микроэлементами / А.В. Горбунов [и др.] // Экология человека. – 2012. – № 2. – С. 3–8.

32. Санников М.В. Характеристика состояния здоровья спасателей и специалистов Государственной противопожарной службы МЧС России / М.В. Санников, А.А. Андреев // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. – 2007. – № 1. – С. 18–25.

33. Скальная М.Г. Химические элементы – микронутриенты как резерв восстановления здоровья жителей России : монография / М.Г. Скальная, Р.М. Дубовой, А.В. Скальный ; Оренбургский гос. ун–т. – Оренбург : ГОУ ОГУ, 2004. – 239 с.

34. Скальный А.В. Киселев М.Ф. Элементный статус населения России. Часть 2. Элементный статус населения Центрального федерального округа / А.В. Скальный, М.Ф. Киселев – СПб.: Медкнига «ЭЛБИ–СПБ», 2011. – 432 с.

35. Скальный А.В. Радиация, Микроэлементы, антиоксиданты и иммунитет / А.В. Скальный, А.В. Кудрин. – М. : Лир Маркет, 2000. – 421 с.

36. Токсикологическая химия. Метаболизм и анализ токсикантов : Учебное пособие / Е.Я. Борисова, Г.Ф. Иванова, Н.И. Калетина и др. // Под ред. Н.И. Калетина. – М. : ГЭОТАР–Медиа, 2008. – 1016 с.

37. Токсическое действие кадмия на организм человека (обзор литературы) / А.Б. Кривошеев [и др.] // Медицина труда и пром. экология. – 2012. – № 6. – С. 35–42.

38. Фролова О.О. Патогенные изменения элементного статуса человека в условиях комплексного воздействия производственной среды / О.О. Фролова, А.В. Шакула // Вестник ОГУ. – 2006. – № 12. – С. 289–293.

39. Харламычев Е.М. Особенности формирования биоэлементного статуса сотрудников федеральной противопожарной службы МЧС России: дисс. ... канд. мед. наук. –СПб., 2013.-121 с.
- 40.Эпидемиологическая генотоксикология тяжелых металлов и здоровье человека / Е.Н. Ильинских и [др.]. – Томск : Сиб. госмедуниверситет, 2003. – 301 с.
- 41.Beckett G. Selenium and endocrine system / G. Beckett, J. Arthur // J. Endocrinol. – 2005. – Vol. 184, N 3. – P. 455–465.
42. Bertini I., Gray H.B., Stiefel E.I., Valentini J.S. Biological Inorganic Chemistry. Structure and Reactivity. Sausalito, California: Univ. Sci. Books, 2007, - 737 p..
43. Emergency Duties and Deaths from Heart Disease among Firefighters in the United States / Stefanos N. Kales [et al.] // The New England Journal of Medicine. – 2007. – Vol. 356, № 12. – P. 1207–1215.
- 44.Krause S. Food, nutrition and diet therapy / Ed. by K. Mahan, S. Escott – Stamp. Philadelphia. – 2000. – P. 1194.
- 45.Melius J. Occupational health for firefighters / J. Melius // Occupational Medicine. – 2001. – Vol. 16. – P. 101–108.
- 46.Mertz W. Metabolism and metabolic effects of trace elements. // Trace elements in Nutrition of Children. / Ed. by R. K.Chandra. – New York, Vevey Raven Press. – 1985. – P. 107–117.
- 47.Obesity and risk of job disability in male firefighters / Elpidoforos S. Soteriades [et al.] // Occupational Medicine. – 2005. – Vol. 58. – P. 245–250.
- 48.Prasad A. S. Zinc and overview / A. S. Prasad // Nutr. – 1995. – Vol. 11. – P. 93–99.
- 49.Suresh Vir Singh Rana. Metals and apoptosis Recent developments / Suresh Vir Singh Rana// Journal of trace elements in medicine and biology. – 2008. – № 22. – P. 262–284.
- 50.Tee L. Guidotti. Evaluating causality for occupational cancers the example of firefighters / Tee L. Guidotti // Occupational Medicine. – 2007. – Vol. 57. – P. 466–471.

**Оценка биоэлементного статуса у спасателей и
сотрудников федеральной противопожарной службы
Государственной противопожарной службы
МЧС России и способы его нормализации**

Методические рекомендации

Отпечатано в типографии «Политехника-принт» с оригинал-макета заказчика
(195005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., д. 18-д)

Подписано в печать 17.08.2015 г. Тираж 500 экз.
Формат 60×90¹/₁₆. Объем 3 п.л.