

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА У СОТРУДНИКОВ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины
им. А.М. Никифорова МЧС России, Санкт-Петербург

Проведена оценка содержания токсических и жизненно необходимых элементов у сотрудников Федеральной противопожарной службы МЧС России с заболеваниями органов пищеварения. В качестве контрольной группы обследована группа практически здоровых мужчин, не подверженных влиянию негативных профессиональных факторов. Для оценки содержания токсичных биоэлементов в организме проведен анализ химического состава проб волос и сыворотки крови, слюны, мочи и желудочного содержимого. В результате комплексного анализа элементного статуса у сотрудников Федеральной противопожарной службы с заболеваниями органов пищеварения было выявлено накопление алюминия, кадмия и свинца в биосредах во взаимосвязи со снижением концентрации жизненно необходимых элементов: меди, цинка, селена.

Ключевые слова: сотрудники Федеральной противопожарной службы, биологические среды, биоэлементный статус, токсичные элементы, жизненно необходимые элементы.

Введение

Организм здорового человека обладает достаточно четкой системой гомеостаза, в которой немаловажную роль играют биоэлементы. Отклонение в содержании химических элементов может быть вызвано экологическими и профессиональными факторами, что становится причиной различных пограничных состояний, ведущих к развитию соматической патологии. В последние годы интерес к проблеме нарушения гомеостаза биоэлементов стал значительно возрастать, что связано не только с появлением новых данных о важности регуляторных функций биоэлементов, но и совершенствованием методов аналитической химии [1, 3, 5, 6]. Макро- и микроэлементы 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. В настоящее время для определения элементов в биомедицинских образцах используют метод масс-спектропии с индуктивно-связанной плазмой [2].

В практической работе для того, чтобы иметь представление об особенностях обмена веществ и циркуляции биоэлементов в организме, необходимо определять концентрацию биоэлементов в нескольких биосредах: чаще всего это волосы и биологические жидкости (кровь, моча, слюна). Если определение содержания биоэлементов в волосах несет информацию об отдаленном периоде жизни человека, то опре-

деление химических элементов в биологических жидкостях (сыворотка крови, слюна, моча, желудочное содержимое) позволяет оценить текущий биоэлементный статус человека в целом [4].

Цель исследования – проведение комплексной оценки биоэлементного статуса у сотрудников Федеральной противопожарной службы (ФПС) с заболеваниями органов пищеварения.

Материалы и методы

Для выполнения цели и задач исследования обследовали 229 сотрудников ФПС, из них 1-ю группу составили 85 человек с заболеваниями органов пищеварения, 2-ю (контроль) – 134 человека без заболеваний органов пищеварения. Группы были сопоставимого возраста, средний возраст – $(25,0 \pm 0,8)$ года. Ведущим заболеванием у пожарных был хронический гастрит в сочетании с гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью, хроническим панкреатитом и жировым гепатозом.

Исследовали элементный статус в 5 биосредах: в волосах, сыворотке крови, слюне, моче, а также проводили забор желудочного содержимого натощак с последующим биоэлементным анализом. В пробах определили следующие химические элементы: алюминий, бериллий, барий, бор, ванадий, железо, йод, кадмий, калий, кальций, кобальт, литий, магний, марганец, медь, молибден, мышьяк, натрий, никель, ртуть, рубидий, свинец, селен, серебро, стронций, таллий, фосфор, хром, цезий, цинк.

11 проб желудочного содержимого были взяты у пожарных без макроскопических изменений слизистой оболочки желудка и двена-

дцатиперстной кишки при эзофагогастродуоденоскопии с биопсией. Забор желудочного содержимого производился натошак (не менее 10 ч голода) вакуум-отсосом при эзофагогастродуоденоскопии.

Аналитическое исследование биоэлементного статуса в исследуемых биосубстратах выполнили с помощью метода масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в научно-исследовательской лаборатории элементного анализа Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург).

Результаты и их обсуждение

Для выявления закономерностей по содержанию токсичных и жизненно необходимых элементов проведена оценка элементного статуса в пробах волос, сыворотки крови, моче, слюне и желудочном содержимом. В исследуемых пробах волос у пожарных 1-й группы по сравнению со 2-й группой достоверно ($p < 0,05$) был повышен уровень токсичных (алюминия, кадмия, свинца) и жизненно необходимых элементов (магний, натрий, калий, фосфор, хром, рубидий, ванадий, бор) (табл. 1).

Полученные данные о содержании биоэлементов указывают на процесс накопления токсичных биоэлементов в тканях у сотрудников ФПС, что, на наш взгляд, связано с профессиональной деятельностью последних. Оценка содержания биоэлементов в пробах сыворотки крови, отражающая текущий биоэлементный статус у пожарных 1-й группы по сравнению со 2-й, указывает на повышенное ($p < 0,05$) содержание тех же токсичных элементов (алюминия, свинца, стронция). Данный факт подтверждает роль профессиональных факторов как причины

Таблица 1
Уровень биоэлементов в пробах волос (мкг/мл)

Элемент	Группа					
	1-я (n = 85)			2-я (n = 34)		
	Me	q25	q75	Me	q25	q75
Алюминий	15,5	7,58	24,9	1,49	0,98	3,65
Бор	2,3	1,23	3,3	0,16	0,05	0,37
Ванадий	0,32	0,21	0,47	0,1	0,07	0,14
Железо	35,1	23,2	45,4	43,67	30,18	69,8
Кадмий	0,07	0,04	0,15	0,01	0,01	0,02
Калий	134,5	70,62	248,4	98,92	66,33	139,4
Магний	28,9	19,4	56,75	14,12	7,89	20,89
Натрий	241,3	137,8	436,7	86,24	46,29	119,3
Рубидий	0,12	0,07	0,28	0,04	0,03	0,06
Свинец	1,4	0,68	3,12	0,25	0,1	0,57
Фосфор	128,6	99,1	159,8	49,03	52,28	87,5
Хром	0,57	0,41	0,82	0,33	0,22	0,46

Здесь и в табл. 2–5: Me – медиана; q25 – нижний квартиль; q75 – верхний квартиль.

Таблица 2
Уровень биоэлементов в пробах сыворотки крови (мкг/мл)

Элемент	Группа					
	1-я (n = 84)			2-я (n = 14)		
	Me	q25	q75	Me	q25	q75
Алюминий	7,9	4,05	11,41	1,69	1,11	3,25
Ванадий	0,08	0,05	0,14	0,18	0,17	0,2
Кальций	127,1	111,9	138,7	83,54	61,98	97,17
Натрий	2900	2490	3268	2377	1939	2740
Никель	0,06	0,01	0,06	0,02	0,02	0,03
Рубидий	0,18	0,14	0,23	0,24	0,23	0,25
Свинец	0,18	0,07	0,33	0,02	0,01	0,04
Стронций	0,17	0,1	0,31	0,11	0,07	0,14
Фосфор	121,9	93,38	139,7	83	70,91	87,79
Цинк	0,84	0,42	1,2	2,09	1,97	2,17

накопления токсичных микроэлементов в тканях у обследованных сотрудников ФПС. Среди жизненно необходимых элементов в крови достоверно ($p < 0,05$) снижено содержание цинка, ванадия, рубидия, а уровень кальция, фосфора и никеля был повышен (табл. 2).

Изучение концентраций биоэлементов в моче, слюне и желудочном содержимом проводилось нами для оценки элиминации биоэлементов из организма человека. В пробах мочи, так же как в пробах сыворотки крови и волос, у сотрудников ФПС с заболеваниями органов пищеварения достоверно ($p < 0,05$) отмечалось повышение уровня алюминия при снижении уровня цинка и селена. Концентрация никеля была также достоверно выше по сравнению с контрольной группой (табл. 3).

В пробах слюны выявлены достоверные ($p < 0,05$) различия по содержанию никеля, свинца, селена, цинка, меди, кальция, натрия, хрома, йода и бора у пожарных 1-й группы по сравнению со 2-й группой. При этом уровень свинца и никеля был достоверно снижен на фоне повышения содержания цинка, селена, меди (табл. 4).

При анализе биопроб желудочного содержимого нами выявлены достоверные различия ($p < 0,05$) по уровню бора, натрия, алюминия,

Таблица 3
Уровень биоэлементов в пробах мочи (мкг/мл)

Элемент	Группа					
	1-я (n = 76)			2-я (n = 56)		
	Me	q25	q75	Me	q25	q75
Алюминий	4,79	2,99	13,35	2,82	1,07	4,91
Барий	1,57	0,61	2,8	0,83	0,05	1,83
Бор	6,3	2,03	9,65	12,99	10,63	16,48
Железо	24,59	10,04	32,04	11	0	0
Литий	0,03	0,01	0,07	0,09	0,03	0,12
Медь	0,3	0,1	1,11	1,24	1,17	1,33
Никель	0,16	0,1	0,5	0	0	0
Рубидий	1,63	1,1	2,16	3,47	2,83	4,77
Селен	0,17	0,09	0,35	0,84	0,65	1,08
Цинк	5,95	3,4	10,65	8,41	6,19	12,33

Таблица 4
Уровень биоэлементов в пробах слюны (мкг/мл)

Элемент	Группа					
	1-я (n = 54)			2-я (n = 19)		
	Me	q25	q75	Me	q25	q75
Бор	0,49	0,27	1,85	2,58	2,05	2,94
Кальций	87,23	43,43	133,7	122,2	55,7	367,7
Медь	0,57	0,27	0,95	0	0	0,37
Натрий	221,1	145,8	385,7	251,7	234,7	436,2
Никель	0,26	0,12	0,74	0,73	0,52	1,04
Свинец	0,14	0,05	0,22	0,23	0	0,8
Селен	0,09	0	0,2	0	0	0,11
Хром	0,16	0,1	0,19	0,38	0,18	0,42
Цинк	1,8	1,29	2,21	0,22	0	0,89

фосфора, калия, кальция, марганца, железа, цинка, кадмия, свинца. Обращает на себя внимание повышение уровень кадмия при снижении концентрации алюминия и свинца у пожарных 1-й группы по сравнению со 2-й (табл. 5).

В результате проведенного исследования выявлены дисбаланс и разнонаправленные изменения содержания токсичных и жизненно необходимых химических элементов в различных биосредах (кровь, слюна, моча, желудочное содержимое). Так, значение цинка достоверно было снижено в пробах сыворотки крови, мочи и желудочного содержимого, при этом уровень цинка был повышен в пробах слюны. При достоверно повышенном уровне кальция в сыворотке крови содержание его в слюне и желудочном содержимом было достоверно снижено. Концентрация фосфора была повышена в волосах и сыворотке крови, но достоверно снижена в желудочном содержимом. Различия концентрации указанных микроэлементов в различных биосредах, на наш взгляд, могло указывать на различные механизмы их поступления и элиминации из организма обследованных. Так, например, уровень железа снижен в волосах, при этом было повышено его значение в моче, что может

Таблица 5
Уровень биоэлементов в пробах желудочного содержимого (мкг/мл)

Элемент	Группа					
	1-я (n = 31)			2-я (n = 11)		
	Me	q25	q75	Me	q25	q75
Алюминий	2,14	1,49	3,01	11,03	9,72	11,63
Бор	4,51	3,72	10,49	2,63	2,55	3,11
Железо	1,74	0	13,35	24,2	19,77	25,06
Кадмий	0,01	0,01	0,02	0	0	0
Калий	407,7	350,2	550,3	1157	844,2	1515
Кальций	25,03	2,89	73,28	79,22	74,7	96,09
Марганец	0,07	0,05	0,13	0,39	0,28	0,7
Натрий	892,7	473,4	1256	1513	1179	1967
Рубидий	0,32	0,27	0,41	0,99	0,71	1,36
Свинец	0,11	0,09	0,2	0,66	0,56	0,75
Селен	0,06	0	0,22	0,2	0,12	0,35
Фосфор	85,2	61,01	109,3	175,4	162,6	194,2
Цинк	0	0	0,13	3,82	3,69	4,2

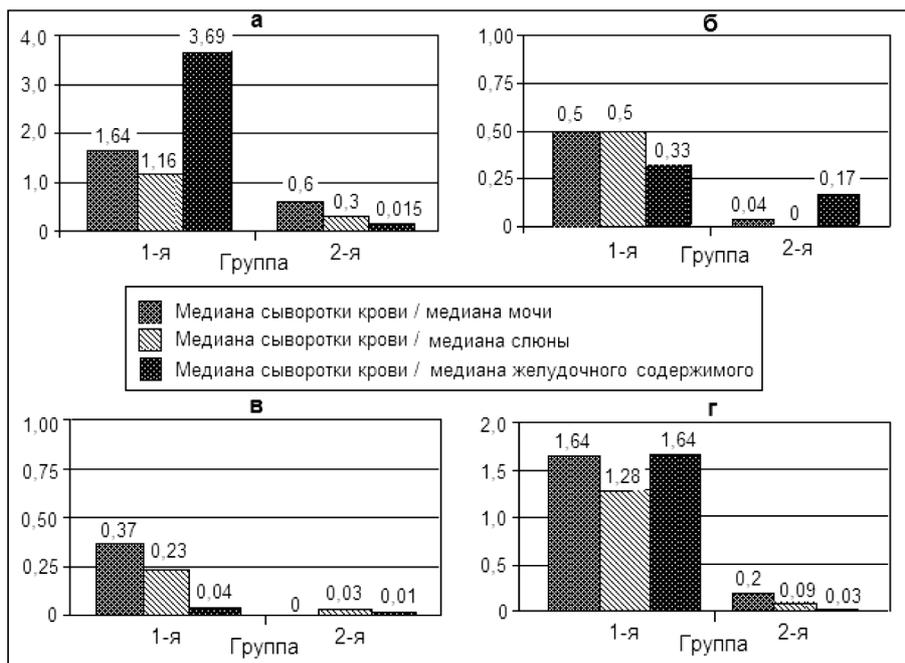
говорить об активном выведении железа из организма обследованных через почки.

Особое внимание обращает концентрация токсичных микроэлементов: алюминия, свинца, кадмия у пожарных 1-й группы по сравнению со 2-й. Именно значения последних были повышены в различных биосредах. Так, уровень алюминия был повышен в биопробах волос, сыворотке крови, мочи, но при этом он был достоверно ниже в желудочном содержимом, а в слюне различий по содержанию алюминия между 2-й и 1-й группой не было. Повышение уровня свинца было выявлено в биопробах волос и сыворотки крови, при его достоверно сниженном содержании в слюне и желудочном содержимом. Повышение концентрации кадмия в 1-й группе было зафиксировано в пробах волос и желудочного содержимого.

Кадмий и алюминий являются весьма распространенными загрязнителями окружающей среды, оказывающими токсичное действие на живые организмы. Повышение данных элементов приводит к их встраиванию в метаболизм организма, что может нарушать обменные процессы. Так, избыточное поступление алюминия изменяет обмен кальция, цинка и магния, что связано с их взаимным антагонизмом. Алюминий способен усиливать окислительные и воспалительные реакции, ведущие к повреждению ткани, и способствовать прогрессированию нейродегенеративных изменений. Кадмий влияет на усвоение и всасывание кальция. Повышение кадмия ведет к замещению цинка и селена в основных ферментах антиоксидантной системы, что приводит к снижению активности этих ферментов и, следовательно, вызывает повышенный риск окислительного стресса клетки.

Ввиду неравномерного значения концентраций одного и того же микроэлемента в разных биосредах (по сравнению с референтными значениями), в своем исследовании мы посчитали целесообразным рассчитать коэффициенты соотношений концентраций микроэлементов: сыворотка крови/моча, сыворотка крови/слюна, сыворотка крови/желудочное содержимое. Результаты расчета соотношений в биосредах у практически здоровых людей 2-й группы и пациентов 1-й группы представлены на рисунке. Нами принималось во внимание соотношение более 1 как указатель на накопление биоэлемента в крови, меньше 1 – клиренс в другие биосреды.

Анализ значений соотношений концентраций различных микроэлементов в изучаемых биосредах показал, что у пожарных 1-й группы элиминация алюминия происходила в основном с



Значение коэффициентов медиан выведения алюминия (а), мышьяка (б), никеля (в), свинца (г).

желудочным содержимым, так как минимальное значение соотношений сыворотка крови/биосреда отмечено именно по отношению к слюне (1,16 ед.). В меньшей мере в процесс элиминации алюминия включаются почки. При этом, у пациентов 1-й группы отмечается накопление алюминия в организме ввиду повышенного содержания алюминия в волосах и сыворотке крови. Одновременно у пациентов 1-й группы процесс выведения никеля осуществлялся через слизистую оболочку желудка, а элиминация мышьяка происходила в основном через почки (см. рисунок, б, в).

Интересные закономерности установлены в выведении свинца. Если у пожарных 2-й группы этот процесс происходил в основном через желудочное содержимое, то у пациентов 2-й группы при развитии патологии органов пищеварительной системы клиренс свинца приближался к единице во всех проанализированных соотношениях, что, на наш взгляд, свидетельствует о его замедленной элиминации.

У пациентов 1-й группы был активизирован процесс выведения кадмия. Из данных литературы известно, что кадмий в основном выводится через почки. В нашем исследовании показано, что в процессе элиминации кадмия были задействованы как почки (выведение через мочу), так и желудочно-кишечный тракт (выведение через желудочное содержимое).

Таким образом, в результате проведенного комплексного элементного анализа установле-

но, что у пациентов 1-й группы увеличена нагрузка токсичными биоэлементами (алюминий, свинец и кадмий) по сравнению с группой сравнения. В выведении алюминия, помимо почек, участвовали и слюнные железы. В выведении свинца у пациентов 1-й группы задействованы все основные системы выведения: почки и желудочно-кишечный тракт (желудочное содержимое и слюна). Нами установлен новый научный факт, указывающий на роль системы органов пищеварения (слюнные железы, желудок) в элиминации токсических биоэлементов. Кроме этого, установлено, что при развитии гастродуоденальной патологии у специалистов ФПС замедляется элиминация свинца.

Заключение

В результате комплексного обследования элементного статуса у сотрудников ФПС 1-й группы с заболеваниями органов пищеварения выявлен дисбаланс по содержанию элементов во всех проанализированных средах по сравнению со 2-й группой. У пожарных 1-й группы выявлено накопление алюминия, кадмия и свинца в биосредах во взаимосвязи со снижением концентрации жизненно необходимых элементов: меди, цинка, селена. Повышение уровня токсических элементов в биосредах у обследованных сотрудников ФПС, вероятнее всего, является следствием особенностей профессиональной деятельности.

В процессе выведения токсичных микроэлементов из организма обследованных участвуют почки и желудочно-кишечный тракт, а при токсичной нагрузке в процесс удаления микроэлементов вовлекаются слюнные железы.

Проведенное обследование обосновывает необходимость разработки профилактических мероприятий по активному удалению из организма токсичных микроэлементов. С учетом роли слюнных желез в элиминации токсичных микроэлементов из организма обследованных совершенно очевидным является рекомендация по стимуляции слюноотделения (по полосканию полости рта водой или слабокислыми растворами) у специалистов ФПС, особенно после контакта с продуктами горения и другими профессионально вредными факторами.

Литература

1. Кудрин А.В., Громова О.А. Микроэлементы в иммунологии и онкологии. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 544 с.
2. Методика определения микроэлементов в диагностируемых биосубстратах методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой ; метод. рекомендации / Л.Г. Подунова [и др.]. – М.: ФЦГСЭН Минздрава РФ, 2006. – 24 с.
3. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова. – М. : Медицина, 1991. – 496 с.
4. Оберлис Д. Биологическая роль макро-и микроэлементов у человека и животных / Д. Оберлис, Б. Харланд, А.В. Скальный. – СПб. : Наука, 2008. – 544 с.
5. Содержание токсичных химических элементов в организме сотрудников Государственной противопожарной службы / И.И. Шантырь, М.А. Влащенко, М.В. Яковлева, И.Э. Ушал, Е.М. Харламычев // Вопр. биол. медицинской и фармац. химии. – 2011. – № 9. – С. 56–59.
6. Эпидемиологическая генотоксикология тяжелых металлов и здоровье человека / Ильинских Е.Н [и др.]. – Томск : Сиб. госмедуниверситет, 2003. – 301 с.

УДК 614.8 : 615.38

А.А. Ганапиев

ИНФУЗИОННО-ТРАНСФУЗИОННАЯ ТЕРАПИЯ: ЭВОЛЮЦИЯ ПОДХОДОВ

Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины
им. А.М. Никифорова МЧС России, Санкт-Петербург

Инфузионно-трансфузионная терапия является неотъемлемой частью оказания неотложной медицинской помощи почти у 70 % пострадавших в чрезвычайных ситуациях (ЧС) с травмами, ожогами и кровотечениями. Представлены сведения о развитии вопросов переливания крови во время военных конфликтов и локальных войн XVIII–XX вв. Показана ведущая роль этапно-эвакуационного лечения раненых и пострадавших в военное и мирное время при ЧС. Наиболее целесообразным является двухэтапное лечение пострадавших с использованием современных средств доставки из очага ЧС в многопрофильные стационары для оказания квалифицированной и специализированной помощи. Обоснована необходимость раннего начала инфузионно-трансфузионной терапии с целью улучшения конечных результатов лечения пострадавших с этапа первой врачебной помощи, вплоть до оказания квалифицированной и/или специализированной помощи.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, экстренная медицина, переливание крови, инфузионно-трансфузионная терапия, этапное лечение, квалифицированная медицинская помощь, специализированная медицинская помощь.

Введение

Одной из важнейших проблем неотложной хирургии является лечение тяжелых сочетанных травматических повреждений, на долю которых приходится около 60 % летальных исходов от травм [4]. Из них примерно у 70 % пострадавших основным патофизиологическим нарушением являются острая кровопотеря и шок, при лечении которых основополагающей концепци-

ей является первостепенное восполнение объема кровопотери и затем качества крови. С целью коррекции объема циркулирующей крови применяют инфузионную терапию кристаллоидными и коллоидными растворами, а нормализацию кислородтранспортной функции крови осуществляют с помощью эритроносодержащих компонентов крови. Лечение травматического и ожогового шока подразумевает раннее