

Краткие сообщения

УДК 612.015.31

Луговая Е.А.¹, Степанова Е.М.¹, Тараканов С.Н.²

ЭЛЕМЕНТНЫЙ ПРОФИЛЬ ОРГАНИЗМА МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ МАГАДАНСКОГО ОБЛАСТНОГО ОНКОЛОГИЧЕСКОГО ДИСПАНСЕРА

¹ФГБУН «Научно-исследовательский центр «Арктика» Дальневосточного отделения Российской академии наук», пр-т Карла Маркса, 24, Магадан, РФ, 685000²ГБУЗ «Магаданский областной онкологический диспансер», ул. Нагаевская, 40/3, Магадан, РФ, 685000

Методами спектрометрии определялось содержание 25 химических элементов (Al, As, B, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, V, Zn) в волосах 20 женщин — средних медицинских работников онкологического диспансера ($42,83 \pm 2,54$ года) и 105 женщин контрольной группы ($45,96 \pm 0,55$ года), постоянных жителей г. Магадана. Сравнение полученных данных с референтными значениями концентраций химических элементов у здоровых лиц показало, что медианы концентраций Ca, Co, Cr, Mg, Se в волосах обследованных лиц отличаются в меньшую сторону. Выявлен дефицит Ca (58%), Mg и Cu (53%), Co и Zn (47%), Cr и I (26%). Установлено повышение функциональной нагрузки, которую испытывает элементная система организма медицинских работников в условиях комплексногоотягчающего воздействия производственных факторов и окружающей среды, что в конечном итоге может привести к срыву адаптации и постепенному развитию патологических состояний.

Ключевые слова: жители Севера; макро- и микроэлементы; элементный дисбаланс

Lugovaya E.A.¹, Stepanova E.M.¹, Tarakanov S.N.² **Body element profile of medical staffers in Magadan regional oncologic dispensary.** ¹Scientific Research Center «Arktika» Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 24, Karl Marx Ave., Magadan, Russian Federation, 685000; ²Magadan regional oncologic early treatment health center, 40/3, Nagaevskaya str., Magadan, Russian Federation, 685000

Spectrometric methods assessed 25 chemical elements (Al, As, B, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, V, Zn) content of hair in 20 female medical staffers of oncologic dispensary ($42,83 \pm 2,54$ years) and 105 women of reference group ($45,96 \pm 0,55$ years), permanent dwellers of Magadan city. Comparison of the data obtained with reference values of chemical elements concentrations in healthy individuals showed that median concentrations of Ca, Co, Cr, Mg, Se in hair of the examinees are less. There was a deficiency of Ca (58%), Mg and Cu (53%), Co and Zn (47%), Cr and I (26%). Evidence is that increased functional exertion experienced by body element system of medical staffers under complex burden of occupational and environmental factors can eventually cause dysadaptation and gradual development of pathologic states.

Key words: North inhabitants; macro- and microelements; element dysbalance

Медицинские работники (1-й класс профессионального риска) занимают лидирующее положение по профессиональным заболеваниям. Уровень их заболеваемости превышает таковой в ведущих отраслях промышленности, при этом профессиональная заболеваемость имеет тенденцию к росту [1,9]. На медицинский персонал влияет комплекс факторов физической (радиация, ультразвук, лазерное и др. излучение), химической, биологической природы, а также высокое нервно-эмоциональное напряжение, неравномерное распределение нагрузки, ночные смены, состояние микросреды медицинских помещений, травматизм от инъекционных игл [1,2]. Воздействие вышеперечисленных факторов, которое испытывают медицинские сестры учреждений здравоохранения, может

привести к нарушению баланса адаптивных сил организма и основных регуляторных звеньев организма, индуцирующих формирование патологических состояний.

Цель исследования — научная разработка и внедрение мероприятий по устранению выявленных микроэлементозов с помощью изучения «элементного» портрета населения отдельных биогеохимических регионов и профессиональных групп [3,7].

Все сказанное явилось основанием для оценки содержания макро- и микроэлементов (МЭ) в организме средних медицинских работников ГБУЗ «Магаданский областной онкологический диспансер» (МООД) как репрезентативной модели, иллюстрирующей вероятное развитие микроэлементозов при повышенной

профессиональной нагрузке и проживающих в экстремальных природно-климатических условиях Магадана.

Материалы и методы. Так как основная доля профессиональных заболеваний приходится на средних медицинских работников, среди которых преобладают женщины [6], а накопление и последующая реализация хронической патологии наступает в возрасте 35–45 лет [5], репрезентативной моделью выступила группа женщин — средних медицинских работников ($n=20$, средний возраст $42,83 \pm 2,54$ года), в волосах которых определяли содержание 25 МЭ (Al, As, B, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, V, Zn) методами атомной эмиссионной спектрометрии (АЭС-ИСП) и масс-спектрометрии (МС-ИСП) с индуктивно связанной аргонной плазмой на приборах Optima 2000 DV и ELAN 9000 (Perkin Elmer Corp., США) в ООО «Микронутриенты» (г. Москва). Контрольную группу сравнения состояния элементной системы на основе оценки абсолютного содержания в волосах МЭ составили женщины соотносимого возраста (II период зрелого возраста) — постоянные жительницы г. Магадана ($n=105$, средний возраст $45,96 \pm 0,55$ года).

На основании силы и количества корреляционных связей между МЭ определен показатель степени адаптированности элементной системы организма к условиям окружающей среды (А):

$$A = \frac{n \times \sum K_k}{N},$$

где А — степень адаптированности в усл. ед., n — количество корреляционных связей между элементами с коэффициентом корреляции 0,5 и более, $\sum K_k$ — сумма коэффициентов корреляции без учета знака, N — число микроэлементов, объединенных в плеяды.

Статистическая обработка полученных данных проведена с использованием пакета IBM SPSS Statistics 21.

Исследование проведено с соблюдением требований биомедицинской этики и добровольно полученным письменным информированным согласием обследуемых лиц.

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты анализа содержания МЭ в организме медицинских сестер онкологического диспансера свидетельствуют о выраженном нарушении элементного баланса и представлены в таблице.

Характерной особенностью элементного профиля обследованного контингента можно считать формирование общего дефицита основных жизненно важных химических элементов, играющих ключевую роль в развитии заболеваний сердечно-сосудистой, дыхатель-

ной, иммунной систем: Co, Zn, Ca, Mg, Cu, Cr, I, K, P и Si. В единичных случаях выявлен избыток эссенциальных Ca, Cr, Cu, Mg, P и Zn и токсичного Pb.

В организме медицинских сестер выявленный дисбаланс МЭ так называемого «северного» типа, с выраженными дефицитными концентрациями основных эссенциальных химических элементов (2-й и выше степени отклонения). Основные нарушения «элементного портрета» основной группы, а также женщин II периода зрелого возраста (группа «контроль») можно представить в виде «формул» элементного дисбаланса, в знаменателе которых представлены химические элементы с дефицитом концентраций, в числителе — с избытком, с указанием частоты отклонений, превышающей 10% уровень от числа обследованных в группе (%), см. «формулы».

Сравнение полученных данных о содержании МЭ с референтными значениями концентраций химических элементов в волосах здоровых лиц от 18 до 65 лет [10,11] показало, что почти все интервальные показатели и медианы концентраций Ca, Co, Cr, Mg, Se в волосах обследованных лиц отличаются в меньшую сторону.

Среди обследованных медицинских работников выявлено 26% женщин с избыточной массой тела ($25-29,9$ кг/м²) и 32% страдающих ожирением, что, вероятно, может явиться одной из причин функционального напряжения элементной системы и приводить к постепенному развитию и дальнейшей фиксации патологических состояний функциональных систем организма на фоне повышения массы тела. Среди женщин контрольной группы с избыточной массой тела встречалось 18%, с ожирением 7%. При анализе корреляционных взаимоотношений был применен подход с расчетом показателя степени адаптированности функциональной системы организма, к которой была отнесена так называемая «элементная» система — набор из 25 МЭ, представляющий собой стандартный комплекс химических элементов, определяемый спектрометрическими методами для оценки обеспеченности организма эссенциальными элементами.

Одним из механизмов, обеспечивающих адекватный ход адаптационных перестроек, является увеличение числа внутри- и межсистемных связей как средство более надежного функционирования организма (или его отдельной системы) в случае каких-либо нарушений или поломок в одном из регуляторных звеньев. В этом случае, как было показано рядом физиологических исследований, происходит перераспределение функциональных нагрузок на другие системы

«Формулы» элементного дисбаланса:

медицинские сестры

K(26); Na(26); I(11)

Ca(58); Cu(52); Mg(53); Co(47); Zn(47); Cr(26); I(26); K (21); Si(21); Na(16); Mn(11)

группа контроля

Mn(30); Na(30); K(22); Si(18); Fe(14); Se(12); P(11)

Ca(39); Mg(38); Co(28); K(25); Zn(18); I(17); Cr(17); Cu(13); Mn(10); Na(10); Si(10)

Таблица
Содержание химических элементов в организме медицинских сестер ГБУЗ «Магаданский областной онкологический диспансер», мкг/г Ме (25-й; 75-й процентиля)

МЭ	Обследованные группы лиц		Статистические критерии и уровень значимости различий между сравниваемыми группами (U; Z; p)	Границы физиологической нормы для здоровых лиц от 18 до 65 лет [11]	Частота отклонений (%; 2 гр.)	
	женщины II периода зрелого возраста (I гр., «контроль»)	медицинские сестры онкологического диспансера (2 гр.)			избыток	дефицит
Макроэлементы						
Ca	490,90 (293,50; 982,65)	334,61 (198,449; 851,68)	774; -1,55; 0,12	494–1619	5	58
Mg	47,27 (28,34; 104,95)	41,23 (22,39; 108,30)	899; -0,68; 0,49	39–137	5	53
K	65,15 (24,96; 198,65)	36,84 (22,03; 212,80)	919; -0,55; 0,59	29–159	26	21
Na	166,40 (79,82; 550,43)	100,47 (66,77; 387,05)	703; -1,49; 0,14	73–331	26	16
P	158 (140,35; 181,72)	158,99 (141,33; 171,00)	934,5; 0,44; 0,66	135–181	5	0
Эссенциальные микроэлементы						
Co	0,017 (0,008; 0,051)	0,011 (0,005; 0,017)	628; -2,57; 0,01	0,04–0,16	0	47
Cr	0,42 (0,24; 0,59)	0,18 (0,11; 0,39)	561,5; -3,03; 0,002	0,32–0,96	5	26
Cu	10,46 (9,26; 11,76)	9,56 (8,69; 12,80)	961,5; -0,25; 0,80	9–14	5	53
Fe	19,19 (13,44; 26,52)	20,09 (16,39; 30,48)	883,5; -0,79; 0,43	11–24	0	5
I	0,56 (0,30; 1,52)	0,68 (0,30; 1,50)	475; -0,37; 0,71	0,4–0,6 ^[10]	11	26
Mn	1,26 (0,49; 2,32)	1,01 (0,32; 2,41)	849; -1,03; 0,30	0,32–1,13	21	11
Se	0,53 (0,32; 1,05)	0,31 (0,25; 0,34)	412,5; -4,06; 0,000	0,69–2,20	0	5
Si	26,27 (15,50; 39,27)	24,64 (12,85; 32,50)	829; -1,17; 0,24	11–37	0	21
Zn	174,94 (153,62; 199,49)	155,26 (139,05; 168,13)	641; -2,47; 0,01	155–206	5	47
Условно эссенциальные и токсичные микроэлементы						
Al	9,53 (5,29; 15,28)	6,46 (5,05; 7,85)	660,5; -2,34; 0,02	6–18	0	0
As	0,05 (0,04; 0,08)	0,04 (0,04; 0,04)	723,5; -1,94; 0,05	0,00–0,56	0	0
B	0,79 (0,32; 1,61)	1,10 (0,50; 1,60)	378,5; -5,92; 0,55	нет данных	0	0
Be	0,003 (0,003; 0,012)	0,003 (0,003; 0,003)	720; -1,84; 0,07	нет данных	0	0
Cd	0,013 (0,006; 0,040)	0,004 (0,003; 0,007)	480,5; -3,59; 0,000	0,02–0,12	0	0
Hg	0,52 (0,37; 0,66)	0,64 (0,49; 0,97)	471; -2,21; 0,03	нет данных	0	0
Li	0,014 (0,012; 0,026)	0,012 (0,012; 0,012)	742,5; -1,82; 0,07	0,00–0,02	0	0
Ni	0,17 (0,11; 0,32)	0,15 (0,11; 0,21)	865,5; -0,86; 0,39	0,14–0,53	0	0
Pb	0,28 (0,12; 0,65)	0,09 (0,07; 0,20)	583; -2,88; 0,004	0,38–1,40	5	0
Sn	0,07 (0,03; 0,10)	0,09 (0,02; 0,29)	706,5; -0,14; 0,89	нет данных	0	0
V	0,06 (0,03; 0,10)	0,01 (0,01; 0,02)	139,5; -5,42; 0,000	нет данных	0	0

Примечание: U — критерий Манна-Уитни; Z — соответствует t-критерию Стьюдента для независимых выборок; p — уровень значимости; полужирным шрифтом выделены элементы, различия концентраций которых достоверны при $p < 0,05$.

организма, что компенсирует вызванные нарушения и не приводит к срыву адаптации, выраженным дизрегуляторным последствиям или патологии [8]. Вместе с тем, А.Н. Горбань с коллегами отмечают [4], что при значительном адаптационном напряжении корреляции между физиологическими параметрами растут, а в ходе успешной адаптации — уменьшаются. В линейном приближении получается уменьшение корреляций в ходе адаптации: чем выше адаптированность, тем меньше корреляции, и, наоборот, чем больше напряжение, тем они выше.

На основании числа корреляционных связей, суммы их коэффициентов и числа элементов, объединенных в плеяды, была количественно оценена степень адаптированности (сбалансированности) системы организма. Показатель степени адаптированности элементной системы организма медицинских сестер составил 34 усл. ед., женщин контрольной группы — 3 усл. ед., что может говорить о повышенной функциональной нагрузке, которую испытывает элементная система организма медицинских работников в условиях комплексногоотягчающего воздействия производственных факторов и окружающей среды. В конечном итоге все это может привести к срыву адаптации, постепенному развитию и дальнейшей фиксации патологических состояний.

Выводы:

1. Характерной особенностью элементного профиля среднего медицинского персонала МООД можно считать формирование общего дефицита основных жизненно важных МЭ, играющих ключевую роль в развитии заболеваний сердечно-сосудистой, дыхательной, иммунной систем: Co, Zn, Ca, Mg, Cu, Cr, I, K, P и Si.

2. Повышенная функциональная нагрузка, которую испытывает элементная система организма медицинских работников в условиях комплексного отягчающего воздействия производственных факторов и окружающей среды, в конечном итоге может привести к срыву адаптации, постепенному развитию патологических состояний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баке М.Я., Лусе И.Ю., Спруджа Д.Р. и др. // Мед. труда и пром. эколог. — 2002. — № 3. — С. 28–33.
2. Ваганова У.С. // Фундамент. иссл. — 2014. — №10. — С. 638–642.
3. Геохимическая экология болезней. Т. 3. Атомовитозы. / В.Л. Сусликов. — М.: Гелиос АРВ, 2002. — 670 с.
4. Горбань А.Н., Смирнова Е.В., Чеусова Е.П. Групповой стресс: динамика корреляций при адаптации и организация систем экологических факторов // рукопись депонирована в ВИНТИ 17.07.97, № 2434В97. — 54 с.
5. Гурьянов М.С. // Мед. альманах. — 2011. — № 2 (15). — С. 25–28.
6. Дудинцева Н.В., Косарев В.В., Двойников С.И., Лотков В.С. // Известия Самарского НЦ РАН. — 2012. — Т. 14, № 5 (3). — С. 661–664.

7. Корчина Т.Я. // Экология человека. — 2013. — № 5. — С. 8–13.
8. Максимов А.А., Бартош Т.П. // Экология человека. — 1999. — №2. — С. 12–15.
9. Сетко А.Г., Тришина С.П. // Здоровье населения и среда обитания. — 2014. — № 6 (255). — С. 40–42.
10. Скальная М.Г., Скальный А.В., Демидов В.А. и др. // Вестник СПб ГМА им. И.И. Мечникова. — 2004. — №4. — С. 82–88.
11. Скальный А.В. // Микроэлементы в медицине. — 2003. — № 4 (1). — С. 55–56.

REFERENCES

1. Bake M.Ya., Luse I.Yu., Sprudzha D.R., et al. // Industr. med. — 2002. — 3. — P. 28–33 (in Russian).
2. Vaganova U.S. // Fundamental'nye issledovaniya. — 2014. — 10. — P. 638–642 (in Russian)
3. V.L. Suslikov. Geochemical ecology of disease. Volume 3. Atombiosis. — Moscow: Gelios ARV, 2002; 670 p. (in Russian).
4. Gorban' A.N., Smirnova E.V., Cheusova E.P. Group stress: dynamics of correlations in adaptation and organization of ecologic factor systems. Manuscript stored in VINITI 17.07.97, № 2434V97, 54 p (in Russian)
5. Gur'yanov M.S. // Meditsinskiy al'manakh. — 2011. — 2 (15). — P. 25–28 (in Russian).
6. Dudintseva N.V., Kosarev V.V., Dvoynikov S.I., Lotkov V.S. // Izvestiya Samarskogo NTs RAN. — 2012. — Vol. 14. — 5 (3). — P. 661–664 (in Russian).
7. Korchina T.Ya. // Ekologiya cheloveka. — 2013. — 5. — P. 8–13 (in Russian).
8. Maksimov A.L., Bartosh T.P. // Ekologiya cheloveka. — 1999. — 2. — P. 12–15 (in Russian).
9. Setko A.G., Trishina S.P. // Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya. — 2014. — 6 (255). — P. 40–42 (in Russian)
10. Skal'naya M.G., Skal'nyy A.V., Demidov V.A. et al. // Vestnik S.-Peterburgskoy GMA im. I.I. Mechnikova. — 2004. — 4. — P. 82–88 (in Russian).
11. Skal'nyy A.V. // Mikroelementy v meditsine. — 2003. — 4 (1). — P. 55–56 (in Russian).

Поступила 10.12.2015

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Луговая Елена Александровна (Lugovaya E.A.),
уч. сек. ФГБУН НИЦ «Арктика» Дальневосточного отделения (ДВО) РАН, канд. биол. наук. E-mail: elena_plant@mail.ru.
- Степанова Евгения Михайловна (Stepanova E.M.),
мл. науч. сотр. лаб. физиологии экстремальных состояний ФГБУН НИЦ «Арктика» ДВО РАН. E-mail: arktika.magadan@mail.ru.
- Тараканов Сергей Николаевич (Tarakanov S.N.),
вр. высш. кат., засл. вр. РФ, гл. врач. ГБУЗ «МООД», канд. мед. наук. E-mail: glav@magonko.ru.