

УДК 612.0-053.2 (1-17)

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ ВЗРОСЛЫХ ЖИТЕЛЕЙ Г. МАГАДАНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦЕНТИЛЬНЫХ ШКАЛ

Степанова Е.М., Луговая Е.А.

НИЦ «Арктика» ДВО РАН, Магадан, e-mail: elena_plant@mail.ru

Для установления регионального фона показателей элементного статуса организма взрослых жителей г. Магадана использован метод построения центильных шкал концентраций 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), определенных спектрометрическими методами в лаборатории ООО «Микронутриенты» (г. Москва) в волосах мужчин и женщин из числа европеоидов I периода зрелого возраста ($n = 182$) и II периода зрелого возраста ($n = 137$). Среди мужчин более высокие концентрации макроэлементов встречались у мужчин II периода зрелого возраста (Ca, K, Na) так же как и ультрамикроэлементы (Se, Co), токсичные и тяжелые металлы (As, Hg, Sn, Ni), а среди микроэлементов медиана концентрации цинка была выше у мужчин I периода зрелого возраста, а железа – II периода зрелого возраста. У женщин относительно макроэлементов выявлена та же картина, значения медиан концентраций микроэлементов в организме женщин II периода зрелого возраста оказались выше аналогичных показателей в группе женщин I периода зрелого возраста за исключением эссенциальных Fe и Si. Среди ультрамикроэлементов у женщин I периода зрелого возраста оказались выше медианы токсичных Sn и Ni. Соответственно, отмечены половые отличия по содержанию элементов у лиц разных возрастных групп. Нарушения элементного статуса в исследуемых группах представлены в виде формул элементного дисбаланса, где в числителе представлены элементы, концентрации которых превышают верхнюю границу референтных значений (избыток), а в знаменателе – концентрации которых ниже нижней границы (дефицит), встречающиеся не менее чем у 10% обследованных в группе. В общем, в группе лиц I периода зрелого возраста избыточными концентрациями отмечены жизненно важные Zn и Fe, дефицитными – Ca, Co, Mg, K, в группе лиц II периода зрелого возраста выявлен избыток Na, K, Si, Mn, дефицит – Ca, Co, Mg, K, Zn.

Ключевые слова: региональные нормативы, макро- и микроэлементный дисбаланс, Север, адаптация

ASSESSMENT OF MACRO- AND TRACE ELEMENTS CONTENT OBSERVED IN ELDERLY RESIDENTS OF MAGADAN TOWN USING CENTIL SCALES

Stepanova E.M., Lugovaya E.A.

SRC «Arktika» FEB RAS, Magadan, e-mail: elena_plant@mail.ru

To determine regional background of the indices of element status observed in elderly residents of Magadan town method of centile scales of 25 elements concentration (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) was used. Those elements were examined with spectrometric methods at the laboratory ООО «Micronutrients» (Moscow) in hair samples of male and female Europeans of I period ($n = 182$) and II period ($n = 137$) of middle age. The male subjects of II period of middle age were characterized by the highest concentration of trace elements (Ca, K, Na) as well as ultra-microelements (Se, Co), toxic and heavy metals (As, Hg, Sn, Ni). In male subjects, median concentration was higher in Zn in group of I period of middle age and Fe – in group of II period. The same feature was found in female subjects: median concentration of trace elements in group of II period of middle age was higher than the same indices in group of I period of middle age except for Fe and Si. Among ultra-microelements, medians of toxic Sn and Ni proved to be higher in the women of I period of middle age. Thus, it was found out sex-related differences in trace elements content in different age groups. Disorders of the element status in surveyed groups were presented as formulas of element misbalance, where the numerator showed elements which had exceeded the highest limit of referential index (excess) and the denominator was elements which had been lower than the lowest limit (deficit) that occurred in at least 10% of the examinees through the groups. In general, people of I period of middle age could be characterized by having excess concentration in essential Zn and Fe and deficient one in Ca, Co, Mg, K. Excess of Na, K, Si, Mn and deficit of Ca, Co, Mg, K, Zn were found in group of II period of middle age.

Keywords: regional norms, trace element misbalance, the North, adaptation

Стабильность химического состава организма является одним из важнейших и обязательных условий его нормального функционирования. Соответственно отклонения в содержании химических элементов, вызванные экологическими, профессиональными, климатогеографическими факторами или заболеваниями, приводят к нарушению в состоянии здоровья. Химические элементы, комплексно поступающие в организм человека, аккумулируются в биосредах и, следовательно, позволяют

использовать их количественные значения в качестве биологических маркеров в диагностике микроэлементозов и экологически обусловленных заболеваний [3].

Установлено, что для большинства обследованных жителей в тех или иных регионах характерные особенности элементного статуса организма обусловлены не только общепатологическими изменениями в процессе онтогенеза, но и экологическими условиями и биохимическими характеристиками местности [6, 8]. Таким

образом, среднее содержание химического элемента в организме населения одного региона часто отличается от такового в другом регионе, в то же время находясь в пределах безопасно допустимого уровня. Принимая во внимание тот факт, что северные территории крайне отличаются от центральных районов России природно-климатическими и биогеохимическими, диетологическими и адаптационными характеристиками, в настоящем исследовании представлены диапазоны концентраций химических элементов в организме жителей первого и второго периодов зрелого возраста г. Магадана для определения регионального фона микроэлементного баланса.

Материал и методы исследования

Методами атомной эмиссионной спектрометрии (АЭС-ИСП) и масс-спектрометрии (МС-ИСП) с индуктивно связанной аргоновой плазмой на приборах Optima 2000 DV и ELAN 9000 (Perkin Elmer Corp., США) в ООО «Микронутриенты» (г. Москва) определяли 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 мужчин и женщин – постоянных жителей г. Магадана из числа европеоидов I периода зрелого возраста ($n = 68$, средний возраст $27,90 \pm 0,46$ лет и $n = 114$, средний возраст $28,60 \pm 0,36$ лет, соответственно) и II периода зрелого возраста ($n = 32$, средний возраст $47,34 \pm 1,10$ лет и $n = 105$, средний возраст $45,96 \pm 0,55$ лет, соответственно), выделенных согласно возрастной периодизации, принятой в 1965 г. на 7-й Всесоюзной конференции по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии АПН СССР (г. Москва) [1].

Забор волос производился с затылочной части головы. Отметим, что правомерность и эффективность использования волос для оценки элементного статуса организма в целом доказана результатами нескольких международных координационных программ, выполненных под эгидой Международного агентства по атомной энергии [10]. В качестве референтных величин концентраций элементов использованы среднероссийские показатели [4, 6, 7], а для оценки тяжести отклонения содержания в волосах того или иного химического элемента от границ нормального содержания использовали 4-балльную шкалу, где за отклонение 1 степени принимались значения ниже 25 и выше 75 центилей, 2 степени – ниже 10 и выше 90, 3 степени – ниже 5 и выше 95 и 4 степени – ниже 3 и выше 97 центиля [5].

«Формулы» элементного дисбаланса были выведены на основе определения частот избытка или дефицита в волосах химических элементов (2-й и выше степени отклонения), встречающихся более чем у 10% лиц от числа обследованных в каждой группе.

Статистическая обработка полученных данных проведена с использованием пакета IBM SPSS Statistics 21. Для установления различий между двумя независимыми выборками по количественным показателям, распределение которых отличалось от нормального, применяли критерий Манна – Уитни (U), где Z соответствует параметрическому t-критерию Стьюдента для независимых выборок. Параметры описательной статистики для количественных пока-

зателей приведены в виде медианы (Me) и интерквартильной широты (25-й; 75-й процентиль). Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принималось при $p < 0,05$.

Изучение содержания химических элементов в организме жителей зрелого возраста – постоянных жителей г. Магадана проведено с соблюдением требований биомедицинской этики и сопровождалось добровольно полученным письменным информированным согласием.

Результаты исследования и их обсуждение

Для определения особенностей содержания макро- и микроэлементов (МЭ) в волосах обследованных рассчитаны медианы концентраций, которые представлены в таблице. Что касается половозрастных отличий, отметим, что концентрация в волосах алюминия (Al) достоверно повышается в волосах у мужчин II периода зрелого возраста и понижается в аналогичной возрастной группе женщин по сравнению с группой мужчин. Концентрация в организме мышьяка (As) с возрастом достоверно увеличивается в организме мужчин, вместе с тем, отмечая половые различия, обнаружено, что содержание элемента в группе женщин оказалось достоверно ниже аналогичного показателя у мужчин. Концентрация в волосах бериллия (Be) достоверно выше в организме лиц II периода зрелого возраста. Медиана концентрации кальция (Ca) в волосах мужчин была больше у лиц II периода зрелого возраста, однако, достоверно большее содержание элемента отмечено в волосах у женщин, что характерно также для магния (Mg) и согласуется с литературными данными о том, что у женщин по сравнению с мужчинами в волосах наблюдается существенно более высокое содержание Ca и Mg [2, 9]. Достоверно выше медиана концентрации кобальта (Co) наблюдается с возрастом в волосах всех обследованных, а также отмечена у женщин I периода зрелого возраста по сравнению с мужчинами этой же возрастной группы. Достоверно ниже медианы концентрации хрома (Cr) зафиксированы у женщин по сравнению с мужчинами. В группе женщин II периода зрелого возраста наблюдается достоверное понижение в волосах железа (Fe) по сравнению с аналогичным показателем в группе мужчин этого же периода. Максимальные концентрации калия (K), натрия (Na) и лития (Li) выявлены у мужчин, при этом с возрастом увеличивается содержание этих элементов и в группе женщин. Также с возрастом отмечен рост концентрации в волосах обследованных лиц обоего пола марганца (Mn) с наибольшими значениями концентраций в организме лиц женского пола. Достоверно

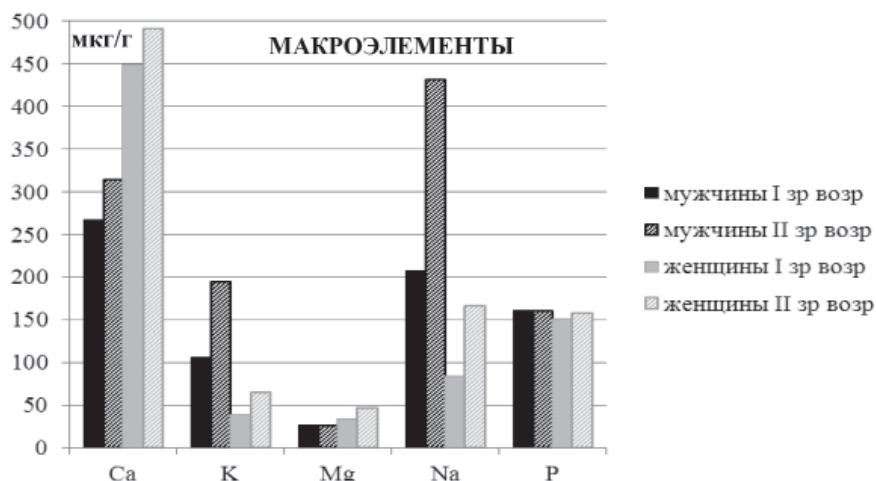
низким оказалось значение концентрации фосфора (P) у женщин I периода зрелого возраста по сравнению с мужчинами аналогичного возрастного периода, при этом в группе женщин содержание элемента увеличивается с возрастом. Значение концентраций в волосах свинца (Pb), олова (Sn)

и селена (Se) выше в группе мужчин и повышается с возрастом у обследованных лиц обоего пола. Содержание ванадия (V) достоверно ниже в волосах мужчин I периода зрелого возраста по сравнению с аналогичной возрастной группой женщин и в целом понижается с возрастом.

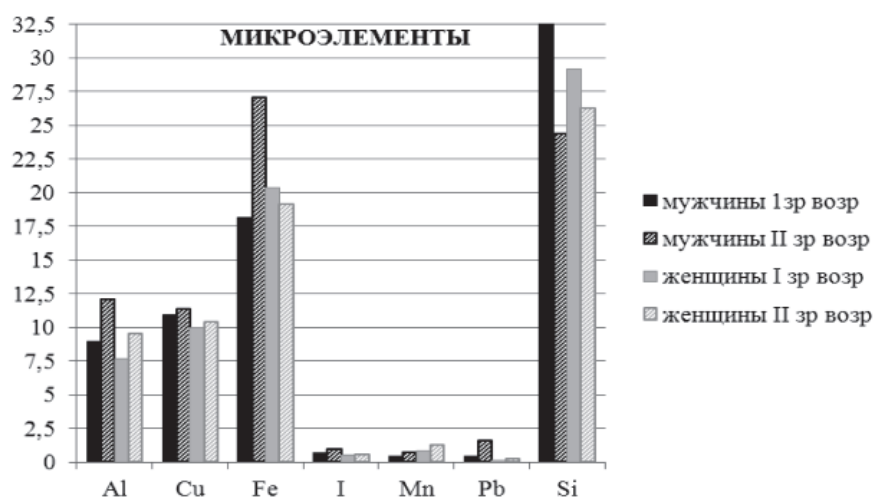
Содержание химических элементов в волосах взрослых жителей г. Магадана, мкг/г (Ме (25-й; 75-й процентиль))

МЭ	Обследованные группы лиц				Статистические критерии и уровень значимости различий между сравниваемыми группами (U; Z; p)			
	Мужчины (n = 100)		Женщины (n = 219)					
	1	2	3	4	1-2	3-4	1-3	2-4
	I период зрелого возраста 22-35 лет	II период зрелого возраста 36-60 лет	I период зрелого возраста 21-35 лет	II период зрелого возраста 36-55 лет				
Al	9,76 (6,17; 14,08)	12,06 (8,12; 28,97)	7,70 (4,40; 13,89)	9,53 (5,29; 15,28)	792,5; -2,18; 0,03	5187,5; -1,70; 0,09	3241; -1,85; 0,07	1201,5; -2,43; 0,02
As	0,08 (0,05; 0,11)	0,11 (0,06; 0,35)	0,04 (0,04; 0,06)	0,05 (0,04; 0,08)	771,5; -2,34; 0,02	5382; -1,31; 0,19	2038,5; -5,42; 0,00	836,5; -4,31; 0,00
B	0,83 (0,58; 1,63)	1,55 (0,56; 3,34)	0,61 (0,37; 1,38)	0,79 (0,32; 1,61)	246,5; -1,84; 0,07	1803,5; -0,44; 0,66	1857; -1,67; 0,10	188; -1,52; 0,13
Be	0,003 (0,003; 0,003)	0,003 (0,003; 0,010)	0,003 (0,003; 0,003)	0,003 (0,003; 0,012)	709,5; -2,64; 0,01	4377; -3,19; 0,00	3276; -1,95; 0,05	1415; -0,83; 0,40
Ca	263,12 (185,83; 336,76)	314 (232,25; 426,33)	449,47 (257,36; 761,49)	490,90 (293,50; 982,65)	722; -2,30; 0,02	5255; -1,56; 0,12	2120; -5,11; 0,00	1024; -3,34; 0,00
Cd	0,027 (0,013; 0,052)	0,074 (0,014; 0,159)	0,008 (0,004; 0,015)	0,013 (0,006; 0,040)	966,5; -0,90; 0,37	4647,5; -2,86; 0,00	1910; -5,72; 0,00	1082; -3,04; 0,00
Co	0,010 (0,006; 0,018)	0,021 (0,011; 0,109)	0,012 (0,008; 0,021)	0,017 (0,008; 0,051)	561; -3,90; 0,00	4910,5; -2,30; 0,02	3193; -1,99; 0,047	1408; -1,38; 0,17
Cr	0,72 (0,45; 0,99)	0,66 (0,53; 1,15)	0,36 (0,24; 0,54)	0,42 (0,24; 0,59)	1075; -0,10; 0,92	5465; -1,11; 0,27	1968,5; -5,55; 0,00	794,5; -4,51; 0,00
Cu	10,86 (9,72; 12,17)	11,41 (9,13; 14,50)	10,02 (8,39; 11,55)	10,46 (9,26; 11,76)	1081,5; -0,05; 0,96	5168; -1,74; 0,08	3013; -2,51; 0,01	1490,5; -0,96; 0,34
Fe	17,59 (13,84; 26,81)	27,07 (17,40; 40,82)	20,35 (14,50; 30,67)	19,19 (13,44; 26,52)	825; -1,94; 0,05	5399; -1,25; 0,21	3465,5; -1,19; 0,23	1114,5; -2,88; 0,00
Hg	0,52 (0,21; 0,85)	0,58 (0,23; 0,80)	0,48 (0,30; 0,67)	0,52 (0,37; 0,66)	579,5; -0,11; 0,92	3250,5; -1,06; 0,29	2778; -0,81; 0,42	622; -0,43; 0,67
I	0,66 (0,30; 1,12)	1,00 (0,57; 3,48)	0,54 (0,30; 1,17)	0,56 (0,30; 1,52)	230; -1,78; 0,08	2265; -0,50; 0,61	2430; -0,54; 0,59	234; -1,79; 0,07
K	105,71 (44,34; 164,56)	194,45 (73,39; 527,86)	38,59 (17,09; 77,25)	65,15 (24,96; 198,65)	855,5; -1,72; 0,09	4475; -3,22; 0,00	2299; -4,59; 0,00	916; -3,89; 0,00
Li	0,015 (0,012; 0,026)	0,021 (0,011; 0,045)	0,012 (0,012; 0,017)	0,014 (0,012; 0,026)	995; -0,69; 0,49	4878; -2,42; 0,02	2799,5; -3,21; 0,00	1489,5; -0,98; 0,33
Mg	26,20 (18,86; 36,07)	26,49 (19,09; 37,89)	33,46 (21,34; 68,27)	47,27 (28,34; 104,95)	1001,5; -0,15; 0,88	4654,5; -2,84; 0,01	2904; -2,83; 0,01	958; -3,67; 0,00
Mn	0,43 (0,29; 0,78)	0,72 (0,52; 1,11)	0,87 (0,44; 1,66)	1,26 (0,49; 2,32)	592; -3,67; 0,00	5042,5; -2,01; 0,04	2306,5; -4,57; 0,00	1271; -2,08; 0,04
Na	207,16 (62,59; 476,58)	431,28 (187,01; 976,99)	84,12 (42,20; 184,43)	166,40 (79,82; 550,43)	787; -2,24; 0,03	3790; -4,69; 0,00	2640; -3,60; 0,00	1038; -3,27; 0,00
Ni	0,21 (0,15; 0,33)	0,29 (0,20; 0,49)	0,18 (0,11; 0,31)	0,17 (0,11; 0,32)	759; -2,43; 0,02	5875; -0,11; 0,91	3359,5; -1,50; 0,13	1158,5; -2,59; 0,01
P	161,23 (143,75; 174,04)	160,79 (143,73; 187,31)	150,90 (137,25; 165,18)	158 (140,35; 181,72)	1067; -0,16; 0,88	4947,5; -2,22; 0,03	3127; -2,18; 0,03	1595; -0,43; 0,67
Pb	0,47 (0,29; 0,88)	1,60 (0,65; 6,32)	0,16 (0,09; 0,33)	0,28 (0,12; 0,65)	483; -4,47; 0,00	4590,5; -2,98; 0,00	1751; -6,18; 0,00	530,5; -5,85; 0,00
Se	0,38 (0,30; 0,51)	0,56 (0,42; 0,86)	0,34 (0,26; 0,48)	0,53 (0,32; 1,05)	643,5; -3,29; 0,00	3605; -5,08; 0,00	3373; -1,46; 0,14	1530; -0,76; 0,45
Si	32,19 (20,10; 47,51)	24,43 (14,32; 37,55)	29,23 (17,56; 47,84)	26,27 (15,50; 39,27)	953; -0,99; 0,32	5212; -1,65; 0,10	3799; -0,22; 0,82	1591; -0,45; 0,65
Sn	0,09 (0,06; 0,17)	0,17 (0,10; 0,27)	0,08 (0,04; 0,21)	0,07 (0,03; 0,13)	369,5; -3,08; 0,00	3066; -2,00; 0,046	3026; -0,38; 0,71	342,5; -3,53; 0,00
V	0,11 (0,03; 0,19)	0,07 (0,04; 0,17)	0,05 (0,02; 0,08)	0,06 (0,03; 0,10)	661; -0,11; 0,01	3162,5; -1,70; 0,09	2074,5; -3,64; 0,00	667,5; -0,84; 0,40
Zn	190,70 (166,68; 216,78)	178,42 (129,54; 209,73)	175,85 (154,52; 215,78)	174,94 (153,62; 199,49)	814; -2,03; 0,04	5540; -0,95; 0,34	3321; -1,61; 0,11	1603,5; -0,39; 0,70

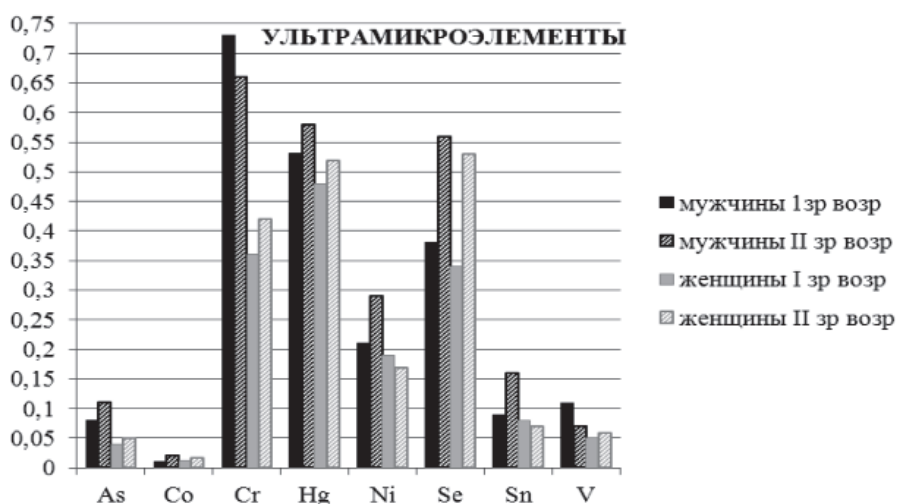
Примечания: Ме – медиана концентраций; U – критерий Манна – Уитни; Z – соответствует t-критерию Стьюдента для независимых выборок; p – уровень значимости.



а



б



в

Медианы концентраций химических элементов в волосах жителей зрелого возраста г. Магадана (мкг/г)

С целью установления типичных диапазонов содержания эссенциальных элементов в волосах нами впервые были рас- считаны границы стандартных центильных интервалов для жителей г. Магадана зрелого возраста. В таблице представлены

интервалы концентраций от 25 до 75 процентиля как соответствующие региональной физиологической норме. При сравнении наших данных с референтными значениями в аналогичных возрастных группах лиц [4, 7] видно, что почти все интервальные показатели и медианы концентраций элементов в г. Магадане отличаются в меньшую сторону, при этом содержание Ca, Co и Se оказалось ниже нижней границы референтного интервала в волосах всех обследованных лиц, Mg – в волосах всех обследованных, за исключением группы женщин II зрелого возраста. Вместе с тем в волосах женщин II периода зрелого возраста выше верхней границы нормативного диапазона оказалось значение концентрации Mn, а у мужчин II периода зрелого возраста зафиксировано превышение концентрации Na, Fe, K, что может свидетельствовать о повышенном выведении и перераспреде-

лении элемента в организме и может явиться следствием повышенной концентрации в волосах токсичного Pb, зафиксированного в волосах у 28% обследованных мужчин, что в свою очередь может в дальнейшем привести к формированию дефицита жизненно важных химических элементов.

По нашим данным в организме обследованных лиц зрелого возраста г. Магадана выявлен дисбаланс МЭ так называемого «северного» типа, с выраженными дефицитными концентрациями основных эссенциальных химических элементов (2-й и выше степени отклонения). Основные нарушения «элементного портрета» изученного контингента можно представить в виде «формул» элементного дисбаланса, в знаменателе которых представлены химические элементы с дефицитом концентраций, в числителе – с избытком, с указанием частоты отклонений от числа обследованных лиц в группе (%):

$$\text{Мужчины I периода зрелого возраста} = \frac{\text{Zn (20) Fe (11)}}{\text{Ca(48)Co,Mg(47)I(27)Na(22)K(20)Cu(11)}};$$

$$\text{Мужчины II периода зрелого возраста} = \frac{\text{Na (34) K (31) Pb (28) Si (19) Mn (13)}}{\text{Mg(47)Ca(31)Zn(19)Co(16)K,Se(13)}};$$

$$\text{Женщины I периода зрелого возраста} = \frac{\text{Si (21) Mn (18) Na (15) K (12) Fe (11) Zn (10)}}{\text{Mg(51)Ca(47)K(37)Cu(30)Co,Na(23)I(21)Zn(20)Se(14)Cr(11)}};$$

$$\text{Мужчины II периода зрелого возраста} = \frac{\text{Mn, Na (30) K (22) Si (18) Fe (14) Se (12) P (11)}}{\text{Ca(39)Mg(38)Co(28)K(25)Zn(18)I,Cr(17)Cu(13)Mn,Na,Si(10)}}.$$

Характерно, что независимо от пола обследованных лиц, в организме жителей г. Магадана разных возрастных категорий формируются группы элементов, значения концентраций которых свидетельствуют о фактическом дисбалансе разной степени. Так, в группе лиц I периода зрелого возраста избыточными концентрациями отмечены жизненно важные Zn и Fe, дефицитными – Ca, Co, Mg, K, в группе лиц II периода зрелого возраста выявлен избыток Na, K, Si, Mn, дефицит – Ca, Co, Mg, K, Zn.

Заключение

Ввиду отсутствия утвержденных референтных значений концентраций химических элементов в волосах жителей Крайнего Северо-Востока России результаты настоящего фундаментального исследования позволили определить региональный фон микроэлементного баланса, проиллюстрировать особенности содержания химических элементов в организме жителей зрелого воз-

раста г. Магадана, составляющих наиболее представительную часть работающего населения региона.

В условиях Севера описанные нарушения элементного баланса способны приводить к снижению адаптационных резервов организма. При этом хронический дефицит основных жизненно важных элементов в экстремальных северных условиях создает благодатную основу для развития дисфункций многих физиологических систем и широкого спектра патологий. В этой связи в условиях Севера одним из мероприятий в системе диспансеризации должен стать контроль элементного состояния организма населения, что позволит своевременно проводить оптимизацию питания в комплексе с обоснованной коррекцией выявляемых нарушений.

Список литературы

1. Агаджанян Н.А. Адаптационная и этническая физиология: продолжительность жизни и здоровье человека. – М.: РУДН, 2009. – 34 с.

2. Агаджанян Н.А., Скальный А.В., Детков В.Ю. Элементный портрет человека: заболеваемость, демография и проблема управления здоровьем нации // Экология человека. 2013. – № 11. – С. 3–12.
3. Леханова Е.Н. Цинк и состояние здоровья жителей биогеохимической провинции Крайнего Севера // Якутский медицинский журнал. – 2009. – № 3. – С. 97–100.
4. Скальная М.Г., Демидов В.А., Скальный А.В. О пределах физиологического (нормального) содержания Са, Mg, P, Zn и Cu в волосах человека // Микроэлементы в медицине. – 2003. – № 4(2). – С. 5–10.
5. Скальная М.Г., Скальный А.В., Демидов В.А., Грабеклис А.Р., Лобанова Ю.Н. Установление границ физиологического (нормального) содержания некоторых химических элементов в волосах жителей г. Москвы с применением центильных шкал // Вестник С.-Петербургской ГМА им. И.И. Мечникова. – 2004. – № 4. – С. 82–88.
6. Скальный А.В. Эколого-физиологическое обоснование эффективности использования макро- и микроэлементов при нарушениях гомеостаза у обследуемых из различных климатогеографических регионов: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2000. – 43 с.
7. Скальный А.В. Референтные значения концентраций химических элементов в волосах, полученные методом ИСП–АЭС (АНО Центр биотической медицины) // Микроэлементы в медицине. – 2003. – № 4(1). – С. 55–56.
8. Сусликов В.Л. Геохимическая экология болезней: Атомовиты. – М.: Гелиос АРВ, 2000. – Т.2. – 672 с.
9. Demidov V.A., Skalny A.V. Men's and women's hair trace element concentrations in Moscow region // J. Microelementy v meditsine. – 2002. – Vol. 3., Issue 3. – P. 48–51.
10. The Significance of Hair Mineral Analysis as a Means for Assessing Internal Body Burdens of Environmental Pollutants: Report of an IAEA Coordinated Research Programme, NAHRES – 18. – Vienna, 1993.
3. Lehanova E.N. Jakutskij medicinskij zhurnal – Medicine journal of Yakutia, 2009, no 3, pp. 97–100.
4. Skal'naja M.G., Demidov V.A., Skal'nyj A.V. Mikroelementy v medicine – Microelements in medicine, 2003, no 4(2), pp. 5–10.
5. Skal'naja M.G., Skal'nyj A.V., Demidov V.A., Grabeklis A.R., Lobanova Ju.N. Vestnik S.-Peterburgskoj GMA im. I.I. Mechnikova –Bulletin of SMA of Sanki-Petersburg, 2004, no 4, pp. 82–88.
6. Skal'nyj A.V. Jekologo-fiziologicheskoe obosnovanie jeffektivnosti ispol'zovanija makro- i mikroelementov pri narushenijah gomeostaza u obsleduemyh iz razlichnyh klimatogeograficheskikh regionov [Ecologic-physiological argumentation of the efficiency of macro- and trace elements usage for the disorders of homeostasis in surveyed people from different climate-geographical regions]: Avtoref. dis. d-ra med. nauk. M., 2000. 43 p.
7. Skal'nyj A.V. Mikroelementy v medicine – Microelements in medicine, 2003, no 4 (1), pp. 55–56.
8. Suslikov V.L. Geohimicheskaja jekologija boleznej: Atomovity [Geochemical disease ecology: Atomovits]. M.: Gelios ARV, 2000, vol. 2. 672 p.
9. Demidov V.A., Skalny A.V. J. Microelementy v medicine – Microelemnts in medicine, 2002, Vol. 3, Issue 3, pp. 48-51.
10. The Significance of Hair Mineral Analysis as a Means for Assessing Internal Body Burdens of Environmental Pollutants: Report of an IAEA Coordinated Research Programme, NAHRES – 18. Vienna, 1993.

References

1. Agadzhanjan N.A. Adaptacionnaja i jetnicheskaja fiziologija: prodolzhitel'nost' zhizni i zdorov'e cheloveka [Adaptational and ethnical physiology: life term and human health]. M, RUDN, 2009. 34 p.

2. Agadzhanjan N.A., Skal'nyj A.V., Detkov V.Ju. Jekologija cheloveka – Human ecology, 2013, no. 11, pp. 3–12.

Рецензенты:

Виноградова И.А., д.м.н., профессор, зав. кафедрой фармакологии, организации и экономики фармации медицинского института, ФГБОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет», г. Петрозаводск;

Рыбченко А.А., д.т.н., профессор, зав. лабораторией экологической нейробиологии, НИЦ «Арктика» ДВО РАН, г. Владивосток.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.