

УДК 612.015-055.2(571.65)

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ ЛИЦ СТАРШИХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП ГОРОДА МАГАДАНА

© 2015 г. Е. А. Луговая, А. Л. Максимов, Е. М. Степанова

Научно-исследовательский центр «Арктика» ДВО РАН, г. Магадан

Методами атомной эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой определяли содержание 25 макро- и микроэлементов в волосах женщин г. Магадана пожилого и старческого возраста. Показано, что различия в содержании элементов в волосах обследованных лиц обеих групп незначительны и статистически не значимы ($p > 0,05$) за исключением Si, значение концентрации которого в 2,5 раза ниже в группе женщин старческого возраста. Содержание Ca, Cr, Cu, Mg, Mn, P, Si, Zn в организме женщин старческого возраста ниже, а Al, As, B, Cd, Pb, Sn – выше, чем у пожилых лиц. Вместе с тем содержание в волосах Fe, I, K, Na, Se оказалось выше у женщин старческого возраста. В обеих группах отмечается высокий дефицит многих эссенциальных элементов. Установлено, что у всех обследованных лиц медианы концентраций Co и Se находятся ниже нижней границы референтных значений. Проведенный анализ данных о содержании макро- и микроэлементов в волосах обследуемого контингента позволяет дать интегральную оценку степени дисбаланса минерального обмена у женщин старших возрастных групп – постоянных жителей Северо-Восточного региона России в целях донозологической диагностики, первичной профилактики и коррекции выявленных нарушений как на индивидуальном, так и на микропопуляционном уровне.

Ключевые слова: макро- и микроэлементы, дисбаланс, женщины старших возрастных групп, Север

REGIONAL PECULIARITIES OF TRACE ELEMENTS` CONTENT IN OLD FEMALES IN MAGADAN

Е. А. Lugovaya, A. L. Maksimov, E. M. Stepanova

Scientific-research Center "Arktika", Magadan, Russia

To examine the content of 25 macro- and trace elements in hair samples of females at elderly and old age, the methods of atom emission and mass-spectrometry with inductively bonded argon plasma were used. Elements` content in both examined groups did not show statistically important differences ($p > 0.05$), except Si, which content was 2.5 times lower in the group of the old women. Ca, Cr, Cu, Mg, Mn, P, Si, Zn content was lower, while Al, As, B, Cd, Pb, Sn content was higher than in the elderly women. Both groups were characterized by a high deficit of many essential elements. It has been found that the median lines of Co and Se concentration were below the lowest limit of reference values in all the examined subjects. Due to the analysis of data on the elements content in the surveyed people`s hair, it is possible to assess imbalance of mineral metabolism in females of both age groups constant residents of the Russian Northeast region in order to carry out prenosological diagnostics, primary prophylaxis and correction of the revealed disorders both on the individual and micropopulation levels.

Keywords: macro- and trace elements, imbalance, women of older age groups, the North

Библиографическая ссылка:

Луговая Е. А., Максимов А. Л., Степанова Е. М. Региональные особенности содержания химических элементов в организме лиц старших возрастных групп города Магадана // Экология человека. 2015. № 2. С. 10–15.

Lugovaya E. A., Maksimov A. L., Stepanova E. M. Regional Peculiarities of Trace Elements` Content in Old Females in Magadan. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2015, 2, pp. 10-15.

Проблема старения населения постоянно привлекает внимание научной общественности, и это вполне обоснованно [3]. Последние десятилетия характеризуются увеличением доли пожилых людей в общей популяции всего мира. Сегодня удельный вес пожилых людей в общей численности населения наиболее высок в развитых странах, где он уже превысил 20 %, а к 2050 году поднимется до 32 %. Кроме того, в последние годы число людей в возрасте 75 лет и старше увеличилось в 2,6 раза, а число людей в возрасте 85 лет и старше – более чем в 3 раза. Происходит процесс старения в рамках самой старости [2, 7, 8].

К факторам, которые особенно активно ускоряют процесс старения, относятся вредные привычки, хронический стресс, нерациональное питание и неблагоприятные экологические условия. Суть старения с точки зрения химии рассматривается как обезвоживание, потеря жизненно важных элементов – биотиков и накопление токсических элементов – ксенобиотиков [15].

По мнению авторов [10], в числе факторов поддержания нормального функционирования и работоспособности лиц старших возрастных групп, проживающих в особых природно-климатических и биогеохимических условиях северных регионов, важ-

ная роль принадлежит оптимальному соотношению микронутриентов в рационе питания. Хронический экзогенный дефицит или избыток химических элементов может длительное время компенсироваться в пределах нормальных функций организма, например вследствие увеличения или снижения степени резорбции в желудочно-кишечном тракте, целенаправленной коррекции диеты или приема витаминно-минеральных комплексов и других препаратов, содержащих макро- и микроэлементы. При срыве механизмов метаболической компенсации экзогенный дисэлементоз превращается в дисрегуляторный, что приводит к переходу состояния предболезни в болезнь — к стойким, почти необратимым нарушениям на системном уровне.

Известно, что в период старения нарушается гомеостатический контроль элементного статуса. При этом снижается и уровень некоторых макро- и микроэлементов, что соответствует представлениям об адапционно-регуляторной теории старения. Современные данные по возрастной динамике элементов неоднозначны и не всегда поддерживают точку зрения о генерализованном и однонаправленном снижении концентрации элементов при увеличении возраста человека. Анализ литературы свидетельствует о разнонаправленных возрастных перестройках элементного статуса, приводящих в пожилом возрасте не только к дефициту, но и к избытку макро- и микроэлементов [20]. Учитывая эссенциальность и токсичность определенных элементов, формирование их возрастного дисбаланса может приводить к нарушениям минерального обмена и являться одним из физиологических механизмов старения организма [12].

Поскольку лица старшего возраста могут выступать в качестве индикатора региональных проблем со здоровьем, так как при длительном проживании в условиях постоянного напряжения органов и систем адапционные резервы организма дают сбой и развиваются не только «классические» возрастные, но и связанные с регионом болезни — микроэлементозы, целью настоящего исследования явилось выявление особенностей содержания химических элементов в организме женщин старших возрастных групп города Магадана для определения регионального фона микроэлементного баланса, характерного для изучаемой возрастной группы.

Методы

Методами атомной эмиссионной спектроскопии (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 АНО «Центр биотической медицины» (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 женщин — постоянных жителей города Магадана старших возрастных групп ($n = 106$, средний возраст $(68,0 \pm 0,9)$ года). По данным

О. А. Поворинской [14], гендерных различий в содержании макро- и микроэлементов в сыворотке крови пациентов старших возрастных групп не выявлено, что позволило нам, ввиду отсутствия репрезентативной выборки мужчин изучаемого возрастного периода, для более корректного анализа использовать данные о содержании химических элементов в волосах только женщин 56–90 лет.

Согласно принятым методическим подходам 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 [23].

В качестве референтных величин концентраций элементов использованы среднероссийские показатели [17, 18], а для оценки степени элементного дисбаланса в организме учитывали частоты проявления дефицита или избытка макро- и микроэлементов (МЭ), встречающиеся более чем у четверти обследуемых в каждой группе.

Обследуемый контингент был разделен на две группы: группу I ($n = 61$), пожилой возраст — составили женщины 56–74 лет, средний возраст $(64,70 \pm 0,78)$ года; группу II ($n = 45$), старческий возраст — женщины 75–90 лет, $(79,28 \pm 1,16)$ года [1].

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 показателей 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 женщин старших возрастных групп города Магадана проведено с соблюдением требований биомедицинской этики и сопровождалось добровольно полученным письменным информированным согласием.

Результаты

Медианы концентраций химических элементов, отражающие общий элементный профиль организма женщин старших возрастных групп, представлены в таблице. Установлено, что различия в содержании МЭ в волосах обследованных лиц обеих групп незначительны и статистически не значимы ($p > 0,05$) за исключением кремния, значение концентрации которого в 2,5 раза ниже в группе женщин старческого возраста (группа II). Содержание ряда основных эссенциальных элементов (Ca, Cr, Cu, Mg, Mn, P, Si,

Содержание химических элементов в волосах женщин старших возрастных групп г. Магадана, мкг/г, Me (25-й; 75-й процентиль)

Изучаемый элемент	Обследуемая группа лиц		Статистические критерии и уровень значимости различий между сравниваемыми группами (U; Z; p)
	Группа I	Группа II	
Al	5,36 (3,07; 7,99)	5,77 (4,04; 7,48)	509; -0,47; 0,64
As	0,06 (0,04; 0,09)	0,07 (0,05; 0,85)	458; -1,08; 0,28
B	0,73 (0,45; 1,62)	1,08 (0,64; 1,93)	172; -1,16; 0,25
Be	0,003 (0,003; 0,003)	0,003 (0,003; 0,005)	469; -1,17; 0,24
Ca	368,60 (237,85; 635,70)	338,78 (229,14; 509,70)	483; -0,77; 0,44
Cd	0,01 (0,01; 0,03)	0,02 (0,01; 0,06)	447; -1,20; 0,23
Co	0,01 (0,01; 0,02)	0,01 (0,01; 0,05)	533; -0,19; 0,85
Cr	0,49 (0,24; 0,79)	0,41 (0,18; 0,62)	412; -1,61; 0,11
Cu	9,94 (8,99; 11,14)	9,65 (7,92; 11,84)	446; -1,21; 0,23
Fe	13,12 (7,41; 20,80)	15,42 (8,36; 31,03)	477; -0,84; 0,40
Hg	0,44 (0,31; 0,62)	0,39 (0,20; 0,51)	220; -1,34; 0,18
I	0,55 (0,30; 1,76)	0,87 (0,59; 3,66)	167; -1,84; 0,07
K	104,70 (51,03; 219,95)	109,91 (51,25; 586,49)	482; -0,78; 0,44
Li	0,01 (0,01; 0,02)	0,01 (0,01; 0,03)	475; -0,92; 0,36
Mg	37,83 (22,41; 66,98)	37,73 (21,79; 69,04)	538; -0,13; 0,90
Mn	0,83 (0,36; 1,95)	0,65 (0,37; 1,75)	529; -0,24; 0,81
Na	310,00 (132,85; 926,74)	361,95 (128,67; 829,15)	531; -0,21; 0,83
Ni	0,13 (0,10; 0,22)	0,11 (0,10; 0,33)	523; -0,20; 0,84
P	157,71 (143,31; 173,09)	153,53 (139,11; 170,10)	486; -0,74; 0,46
Pb	0,25 (0,09; 0,54)	0,43 (0,17; 1,05)	403; -1,71; 0,09
Se	0,64 (0,46; 0,87)	0,72 (0,53; 1,68)	431; -1,2; 0,23
Si	57,74 (17; 83,32)	22,30 (12,03; 44,92)	330; -2,56; 0,01
Sn	0,07 (0,04; 0,14)	0,08 (0,05; 0,21)	249; -0,82; 0,41
V	0,09 (0,04; 0,12)	0,07 (0,05; 0,13)	294; -0,01; 0,99
Zn	176,69 (155,96; 200,44)	176,66 (149,94; 204,06)	542; -0,08; 0,94

Примечания: U – критерий Манна – Уитни; Z – соответствует t-критерию Стьюдента для независимых выборок; p – уровень значимости; полужирным шрифтом выделен элемент, различие концентраций которого значимо при $p < 0,05$.

Zn) в организме обследованных лиц группы II ниже, а условно-эссенциальных и токсичных (Al, As, B, Cd, Pb, Sn) – выше, чем в организме лиц группы I. Вместе с тем содержание в волосах железа, йода, калия, натрия селена оказалось выше в группе II, это, вероятно, связано с повышенным выведением и перераспределением химических элементов в организме лиц старческого возраста и является предефицитной стадией, что согласуется с некоторыми литературными данными [19]. В обеих группах отмечается высокая частота дефицита многих эссенциальных МЭ, что потребовало детального анализа выявленного дисбаланса. По нашим данным, у всех обследованных женщин медианы концентраций Co и Se находятся ниже нижней границы референтных значений концентраций химических элементов в волосах [18].

Обсуждение результатов

Известно, что условия жизни в высоких широтах приводят к изменению минерального обмена. По данным ряда исследований, у населения Севера отмечается выраженный дефицит минеральных веществ, что связывают с характерным химическим составом местных пищевых продуктов и структурой их потребления, с наличием биогеохимических провинций с недостаточным содержанием в почвах и воде минеральных элементов [5, 13].

Характерной особенностью элементного профиля женщин старших возрастных групп г. Магадана можно считать возрастное формирование общего дефицита основных эссенциальных элементов, связанное в том числе с их повышенной потерей при развитии многих патологических состояний и возрастании потребности в таких элементах, как Ca, Zn, Se, Cr, Cu, Mg, Mn, играющих важную роль в деятельности антиоксидантной, иммунной систем организма, поддержании процесса минерализации костной ткани (Cu, Mn) и регуляции обмена углеводов и жиров (Cr, Mn, Cu) [21, 22].

По нашим данным, в волосах всех обследованных наблюдается выраженный дефицит Ca и Mg, обнаруженный у 38 женщин группы I и у 12 – группы II, что, по нашему мнению, связано с низкой степенью минерализации питьевой воды в регионе. По основному химическому составу природная питьевая вода на территории области является маломинерализованной и характеризуется низким содержанием биогенных элементов (фтора, селена, йода, кальция, магния и т. п.) [4]. Незначительное содержание в воде кальция и магния приводит к повышению тяжести течения сердечно-сосудистых заболеваний, а низкое содержание селена снижает устойчивость организма к развитию этих заболеваний [9]. Вместе с тем в основе возрастного понижения уровня кальция у

жителей Магадана лежит пролонгированное воздействие североспецифических факторов и известная роль ионов кальция в поддержании температурного гомеостаза [6, 12]. Показано, что адаптация организма к холоду приводит к достоверному снижению в крови концентрации ионов кальция [11]. Магний, дефицит которого может быть фактором риска атеросклероза, гипертонической болезни, сахарного диабета, в волосах женщин находится примерно на уровне нижней границы среднероссийских показателей.

Также нами установлено, что выраженные частоты дефицита характерны для кобальта — 71 % в группе I и 67 % в группе II, меди — 53 и 39 %, железа — 39 и 44 %, цинка — 48 и 28 %, хрома — 23 и 33 % обследованных женщин соответственно. Медь участвует в кроветворении, стимулируя созревание эритроцитов, способствует усвоению железа. При дефиците меди уменьшается абсорбция железа, увеличивается его скорость обмена и уменьшается продолжительность жизни эритроцитов. В то же время недостаток железа — один из распространенных дефицитных состояний у человека, особенно в условиях Севера. Частота развития железодефицитной анемии в различных популяциях может достигать 95 % и особенно характерна для старческого возраста [6]. Известно, что симптомы дефицита хрома, свидетельствующие о формировании его дефицита во внутренней среде организма пожилых и старых людей, аналогичны симптомам старения. Резистентность к инсулинзависимой утилизации глюкозы часто приобретает свойства эпидемии во многих группах населения. Следовательно, возрастной дефицит хрома у жителей Магадана может быть биохимической предпосылкой для нарушения обмена глюкозы и формирования сахарного диабета пожилых [12]. Ограниченное поступление и усвоение Zn, переходящее в хронический глубокий дефицит элемента, приводит к снижению устойчивости организма к инфекционным и простудным заболеваниям, нарушению активности мозговой деятельности и, безусловно, ускоренному процессу старения и сокращению жизни пожилого человека, особенно в экстремальных условиях северных территорий.

Старение организма сопровождается не только уменьшением содержания в организме отдельных химических элементов [12]. Наряду с этим наблюдается увеличение концентраций некоторых элементов, например Fe, I, K, Na, Se, что можно рассматривать, с одной стороны, как повышенное выведение элемента из организма посредством экскреторных органов, а с другой — как избыточное накопление в организме или перераспределение этого элемента между тканями вследствие нарушения деятельности основных регуляторных механизмов организма [19]. Так, в данной работе у половины обследованных женщин в обеих группах обнаружен избыток Na — важнейшего химического элемента, регулирующего осмотическое давление, водно-солевой и белковый обмен, и K (у 40 % женщин группы I и 50 % — группы II),

участвующего наряду с поддержанием водно-солевого баланса и осмотического давления, в поддержании нормального уровня кровяного давления, нервно-мышечной возбудимости и проводимости, нервной регуляции сердечных сокращений.

При анализе содержания Si в волосах обследованных женщин обнаружено, что у лиц группы II медиана концентрации его достоверно снижается, хотя избыток встречается у 56 % женщин группы I и 22 % — группы II. В условиях кремнийизбыточной биогеохимической провинции понижение медианы до нормальных значений и появление дефицитных частот возможно рассматривать как потерю элемента с вероятным формированием его дефицита в организме, учитывая способность кремния поддерживать уровень кальция в костной ткани, что является важным фактором предотвращая развитие остеопороза. Наблюдаемое сочетанное снижение концентраций кальция и кремния у пожилых жителей Магадана способствует нарушениям минерализации костной ткани и может стать биохимическим базисом для развития сенильного остеопороза [12]. Избыток Mn — важнейшего антиоксиданта отмечен у 26 % женщин группы I и 28 % женщин группы II. Интересным фактом явилось повышение у лиц группы II концентрации и частоты встречаемости избытка в организме As, что в конечном итоге, учитывая канцерогенные свойства элемента [16], может быть одним из факторов, способствующих развитию процессов новообразования, которые в исследуемых возрастных группах представляют собой один из ведущих патогенетических механизмов смертности или выраженного ограничения качества жизни.

Проведенное исследование позволяет судить о формировании у лиц пожилого и старческого возраста особого элементного профиля с характерными разнонаправленными (дефицит и избыток) перестройками минерального обмена. Принимая во внимание то, что различия в содержании большинства химических элементов в волосах обследованных женщин старшей возрастной группы по мере старения организма незначительны и статистически не значимы ($p > 0,05$), считаем целесообразным в дальнейших исследованиях выделять эту категорию в общую группу лиц старше 56 лет.

Проведенный анализ данных о содержании химических элементов в волосах обследуемого контингента с использованием частотного анализа, медианного теста и расчета интерквартильной широты позволяет дать интегральную оценку степени дисбаланса минерального обмена организма человека в особых условиях северного региона в целях донозологической диагностики, первичной профилактики, коррекции выявленных нарушений как на индивидуальном, так и на популяционном уровне.

Список литературы

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

2. Анисимов В. Н. Старение и ассоциированные с возрастом болезни // Клиническая геронтология. 2005. Т. 11, № 1. С. 42–49.
3. Анисимов В. Н. Горячие точки современной геронтологии // Природа. 2007. № 2. С. 52–60.
4. Бульбан А. П. Сравнительная эколого-физиологическая характеристика микроэлементного статуса населения приморской и континентальной территорий Магаданской области : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Магадан, 2005. 23 с.
5. Бульбан А. П. Оценка влияния биогеохимического окружения на элементный статус жителей Магаданской области // Микроэлементы в медицине. 2009. № 10 (1–2). С. 53–56.
6. Горбачев А. Л., Луговая Е. А. Возрастные перестройки микроэлементной системы человека как биохимический механизм старения // Северо-Восточный научный журнал. 2010. № 1 (5). С. 54–61.
7. Гудков А. Б., Дёмин А. В. Особенности пострального баланса у мужчин пожилого и старческого возраста в зависимости от состояния зрения // Фундаментальные исследования. 2011. № 2. С. 51–54.
8. Гудков А. Б., Дёмин А. В. Особенности пострального баланса у мужчин пожилого и старческого возраста с синдромом страха падения // Успехи геронтологии. 2012. Т. 25, № 1. С. 166–170.
9. Доклад об экологической ситуации в Магаданской области в 2012 году / Администрации Магаданской области. Магадан, 2013. 41 с.
10. Ибрагимова М. Я., Сабирова Л. Я., Березкина Е. С., Скальная М. Г., Жданов З. И., Скальный А. В. Взаимосвязь дисбаланс макро- и микроэлементов и здоровье населения // Казанский медицинский журнал. 2011. Т. 92, № 4. С. 606–609.
11. Козырева Т. В., Ткаченко Е. Я. Аффферентное и эфферентное звенья системы терморегуляции при адаптации организма к холоду // Очерки по экологической физиологии / под ред. В. А. Труфакина и К. А. Шошенко. Новосибирск : СО РАМН, 1999. С. 61–72.
12. Луговая Е. А., Горбачев А. Л., Ефимова А. В. Возрастные перестройки элементного статуса жителей Магадана // Успехи геронтологии. 2003. Вып. 12. С. 103–109.
13. Оганесян А. Ш., Сусекова Н. Г. Химико-экологическая характеристика прибрежных экосистем северной части Охотского моря. М. : ВИНТИ. Деп. № 1506 – В. 2003. 47 с.
14. Поворинская О. А. Макро- и микроэлементный статус пациентов старших возрастных групп и его динамика на фоне лазерной терапии : автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2009. 21 с.
15. Проценко Т. В., Пиклун В. Л., Дубовая А. В., Маврова Д. И. Старение как биоэлементоз у жителей Донецкой области // Дерматология та венерология. 2010. № 4 (50). С. 23–26.
16. Скальная М. Г., Скальный А. В., Демидов В. А. Зависимость повышенной онкологической заболеваемости от избыточного содержания мышьяка и других токсичных химических элементов в окружающей среде // Микроэлементы в медицине. 2000. Т. 2, № 1. С. 32–35.
17. 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. Москва, 2000. 43 с.
18. 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.

19. Скальный А. В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. М. : Издательский дом «Оникс 21 век» : Мир, 2004. 216 с.

20. Ferry M. Les deficits vitaminiques et mineraux lors du vieillissement // Rev. Geriatr. 1998. Vol. 23, N 3. P. 241–246.

21. Lugovaya E., Maximov A., Vinogradova I., Stepanova E. Trace element misbalance prophylaxis as the possibility of optimizing lifetime and quality in people born in circumpolar regions of Europe and Asia // Abstr. 8th European Congress of Biogerontology. March 10-13, 2013. Beer-Sheva, Israel. P. 84.

22. Lugovaya E., Maximov A., Stepanova E. The trace element content observed in the elderly people of Russia's north regions // Journal of Life Sciences. 2013. Vol. 7, N 6. P. 672–676.

23. 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. Agadzhanian N. A. *Adaptacionnaja i jetniceskaja fiziologija: prodolzhitel'nost' zhizni i zdorov'e cheloveka* [Adaptation and ethnic physiology: life expectancy and human health]. Moscow, 2009, 34 p.
2. Anisimov V. N. Aging and age-related diseases. *Klinicheskaja gerontologija*. [Clinical Gerontology]. 2005, 11 (1), pp. 42-49. [in Russian]
3. Anisimov V. N. Hotspots of modern gerontology. *Priroda* [Nature]. 2007, 2, pp. 52-60. [in Russian]
4. Bul'ban A. P. *Sravnitel'naja ekologo-fiziologicheskaja kharakteristika mikroelementnogo statusa naseleniya primorskoy i kontinental'noy territoriy Magadanskoj oblasti*. *Avtooref. kand. diss.* [Comparative ecological-physiological characteristic of population microelement status in coastal and continental territory of Magadan Region. Author's Abstract of Cand. Diss.]. Magadan, 2005, 23 p.
5. Bul'ban A. P. Estimation of influence of the biogeochemical environment on the element status of the inhabitants of the Magadan region. *Mikroelementy v meditsine* [Trace Elements in Medicine]. 2009, 10 (1-2), pp. 53-56. [in Russian]
6. Gorbachev A. L., Lugovaya E. A. Age adjustment of micronutrient system in person as a biochemical mechanism of aging. *Severo-Vostochnyy nauchnyy zhurnal* [North-Eastern Scientific Journal], 2010, 1 (5), pp. 54-61. [in Russian]
7. Gudkov A. B., Demin A. V. Peculiarities of postural balance in elderly and old men depending on vision state. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Research]. 2011, 2, pp. 51-54. [in Russian]
8. Gudkov A. B., Demin A. V. Peculiarities of postural balance among elderly men with fear of falling syndrome. *Uspekhi gerontologii* [Advances in Gerontology]. 2012, 25 (1), pp. 166-170. [in Russian]
9. *Doklad ob ekologicheskoy situatsii v Magadanskoj oblasti v 2012 godu Administratsii Magadanskoj oblasti* [Magadan Region Administration Report on ecological situation in Magadan region in 2012]. Magadan, 2013, 41 p.
10. Ibragimova M. Ya., Sabirova L. Ya., Berezkina E. S., Skal'naya M. G., Zhdanov Z. I., Skal'nyy A. V. Interrelation of macro- and micronutrients imbalance with health. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal* [Kazan Medical Journal]. 2011, 92 (4), pp. 606-609. [in Russian]

11. Kozyreva T. V., Tkachenko E. Ya. Afferentnoe i jefferentnoe zven'ja sistemy termoreguljacji pri adaptacii organizma k holodu [Afferent and efferent components of thermoregulatory system in body adaptation to cold]. In: *Ocherki po ekologicheskoj fiziologii* [Essays on Ecological Physiology]. Novosibirsk, 1999, pp. 61-72.

12. Lugovaya E. A., Gorbachev A. L., Efimova A. V. Age-adjustment of element status of residents of Magadan. *Uspekhi gerontologii* [Advances in Gerontology]. 2003, 12, pp. 103-109. [in Russian].

13. Oganesyanyan A. Sh., Susekova N. G. *Khimiko-ekologicheskaya kharakteristika pribrezhnykh ekosistem severnoy chasti Okhotskogo moraya* [Chemical-ecological description of coastal ecosystems of Okhotsk sea northern part]. Moscow, 2003, 47 p.

14. Povorinskaya O. A. *Makro- i mikroelementnyy status patsientov starshikh vozrastnykh grupp i ego dinamika na fone lazernoy terapii. Avtoref. kand. diss.* [Macro- and trace elements status of patients of elder age groups, its dynamics against laser therapy. Author's Abstract of Cand. Diss.]. Moscow, 2009, 21 p.

15. Protsenko T. V., Piklun V. L., Dubovaya A. V., Mavrova D. I. Aging as bioelementosis in residents of Donetsk region. *Dermatologiya i venerologiya* [Dermatology and Venerology]. 2010, 4 (50), pp. 23-26. [in Russian]

16. Skal'naya M. G., Skal'nyy A. V., Demidov V. A. Dependence of increased cancer incidence on excess of arsenic and other toxic chemicals in the environment. *Mikroelementy v meditsine* [Trace Elements in Medicine]. 2000, 2 (1), pp. 32-35. [in Russian]

17. Skal'nyy A. V. *Ekologo-fiziologicheskoe obosnovanie effektivnosti ispol'zovaniya makro- i mikroelementov pri narusheniyakh gomeostaza u obsleduemyykh iz razlichnykh klimatogeograficheskikh regionov. Avtoref. dokt. diss.* [Ecological-physiological grounding of efficiency of macro-

and trace elements use in dyscrasia observed in subjects from different climatic-geographical regions (Author's Abstract of Doct. Diss.]. Moscow, 2000, 43 p.

18. Skal'nyy A. V. The reference ranges of the element concentrations in hair obtained by ICP-AES (ANO Center for Biotic Medicine). *Mikroelementy v meditsine* [Trace Elements in Medicine]. 2003, 4 (1), pp. 55-56. [in Russian]

19. Skal'nyy A. V. *Khimicheskie elementy v fiziologii i ekologii cheloveka* [Chemical elements in Physiology and Human Ecology]. Moscow, 2004, 216 p.

20. Ferry M. Les deficits vitaminiques et mineraux lors du vieillissement. *Rev. Geriatr.* 1998, 23 (3), pp. 241-246.

21. Lugovaya E., Maximov A., Vinogradova I., Stepanova E. Trace element misbalance prophylaxis as the possibility of optimizing lifetime and quality in people born in circumpolar regions of Europe and Asia. *Abstr. 8th European Congress of Biogerontology*, Beer-Sheva, Israel. 10-13 March 2013, p. 84.

22. Lugovaya E., Maximov A., Stepanova E. The trace element content observed in the elderly people of Russia's north regions. *Journal of Life Sciences*. 2013, 7 (6), pp. 672-676.

23. 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.

Контактная информация:

Луговая Елена Александровна – кандидат биологических наук, доцент, ученый секретарь Федерального государственного бюджетного учреждения науки Научно-исследовательский центр «Арктика» Дальневосточного отделения Российской академии наук

Адрес: 685000, г. Магадан, пр. Карла Маркса, д. 24

E-mail: elena_plant@mail.ru; arktika.magadan@mail.ru