

## ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

# ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ БИОЭЛЕМЕНТАМИ, ВХОДЯЩИМИ В СОСТАВ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ЗВЕНА АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ, У ПОЖИЛЫХ ЖИТЕЛЕЙ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

*Т.Я. Корчина, Е.М. Терникова, В.И. Корчин*

Ханты-Мансийская государственная медицинская академия,  
628010, г. Ханты-Мансийск, ул. Мира, 40

**РЕЗЮМЕ.** Охрана здоровья населения Российской Федерации, в том числе жителей Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО), входящего в состав Тюменской области, включая разработку мер по его сбережению и укреплению, является базовой медико-социальной проблемой. Повышение в общей популяции населения пожилых людей обуславливает актуальность изучения обеспеченности пожилого населения северного региона биоэлементами с антиоксидантным спектром действия. Целью данной работы явилось изучение содержания в волосах у пожилых жителей ХМАО меди, цинка и селена: биоэлементов с антиоксидантным спектром активности. Обследовано 85 пожилых граждан северного региона (60–74 гг.), 33 (38,8%) мужчин и 52 (61,2%) женщин. В волосах содержание химических элементов устанавливали с использованием метода масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Средние величины меди, цинка и селена, входящих в активный центр ферментов-антиоксидантов, соответствовали референтным значениям, но находились ближе к минимальному пределу. Выявлен дефицит различной степени выраженности: меди – у 40%, цинка – у 25,9%, селена – более чем у 42,4% обследованных лиц пожилого возраста ХМАО.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** северный регион, лица пожилого возраста, окислительный стресс, биоэлементы-антиоксиданты.

## ВВЕДЕНИЕ

Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО), входя в состав Тюменской области, относится к территориям, приравненным к Крайнему Северу, и является важнейшей ресурсной базой России, в первую очередь, нефтегазодобывающей. Для данной территории характерны экстремальные природно-климатические условия: продолжительный холодный период, дефицит ультрафиолетового излучения, резкие перепады параметров метеоусловий, высокий электромагнитный фон, сухой воздух, экстремально низкий уровень ионизации воздуха и др. (Никитин и др. 2015).

В контексте крупномасштабных задач освоения Севера охрана здоровья ее населения, включая разработку мер по его сбережению и укреплению, является базовой медико-социальной проблемой. Приоритетность ее решения от-

мечена в «Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года» (Распоряжение Правительства РФ, 2019).

Рост продолжительности жизни на фоне уменьшения рождаемости в цивилизованных государствах обоснованно приводит к повышению в общей популяции населения пожилых людей. Среди населения РФ в настоящее время доля пожилого населения составляет около 1/3 (Демографический ежегодник России, 2017).

Воздействие на человеческий организм всевозможных негативных факторов различного происхождения чрезмерно усиливают процессы перекисного окисления липидов. В норме сохранено равновесие между производством свободных радикалов и их нейтрализацией – это физиологический метаболический процесс. Избыточное аутоокисление подвержено ингибированию,

\* Адрес для переписки:  
**Корчина Татьяна Яковлевна**  
E-mail: t.korchina@mail.ru

слагается из двух звеньев: ферментативного и неферментативного. Исследованиями установлено, что в активный центр антиоксидантных ферментов входят микроэлементы медь, цинк, селен и др. Эти биоэлементы локализованы преимущественно внутри клеток и обладают способностью к разрушению свободных радикалов. Отмечено снижение ферментов антиоксидантной защиты с возрастом (Чанчаева и др., 2013), что еще больше усугубляется дисбалансом микроэлементного статуса и нарушением минерального обмена, характерным для физиологии пожилых людей (Горбачев и др., 2016). В этой связи актуальность изучения обеспеченности пожилого населения северного региона биоэлементами с антиоксидантным спектром действия несомненна (Belkin et al., 2012; Депутат и др., 2017; Савинов и др., 2018).

Цель работы – изучить содержание в волосах у лиц пожилого возраста, проживающих в Ханты-Мансийском автономном округе, меди, цинка и селена: биоэлементов с антиоксидантным спектром активности.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Обследовано 85 пациентов пожилого возраста 60–74 лет (Возрастные категории и группы по данным ВОЗ, 2020) из числа некоренного населения, более 10 лет проживающих в Ханты-Мансийском автономном округе (города Ханты-Мансийск, Сургут, Лянтор, Когалым и Сургутский район). Среди них мужчин – 33 (38,8%) и женщин – 52 (61,2%). В Центре биотической медицины (Москва) в волосах обследованных лиц проведена оценка концентрации меди (Cu), цинка (Zn) и селена (Se) методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргонной плазмой (АЭС) и масс-спектрометрии (МС) (МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03). Исследование выполняли с помощью атомно-эмиссионного спектрометра Optima DV 2000 (PerkinElmer Corp., США) и масс-спектрометра ELAN 9000 (PerkinElmer – Sciex, Канада), а также системы микроволнового разложения Multiwave 3000 (PerkinElmer – A. Paag, Австрия). Полученные результаты сравнивали с физиологически оптимальными значениями (Скальный, 2003; Skalny et al., 2015).

Исследование проведено с соблюдением принципов, изложенных в Хельсинской декларации WMA, и одобрено этическим комитетом Ханты-Мансийской государственной медицинской академии № 157 от 18.11.2020.

Статистическую обработку полученных данных проводили с применением пакета программ Statistica 6 и MS Excel. С использованием критерия Шапиро–Уилка определяли нормальность распределения. При ненормальном распределении наряду с определением среднего арифметического значения (M), среднеквадратического отклонения ( $\sigma$ ), медианы (Me) высчитывали 25-й и 75-й перцентили.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Одной из наиболее конструктивно развивающихся теорий старения в настоящее время является свободнорадикальная. Данная теория затрагивает не только непосредственно сам механизм возрастных изменений при старении, но и обширный круг связанных с ним патологических процессов. Базовое положение данной теории: всеохватывающей причиной старения является свободнорадикальное окисление клеточных структур. При этом мнение ученых совпадают в том, что основополагающее место в патогенезе многих заболеваний занимает оксидативный стресс (Чанчаева и др., 2013).

В табл. 1 и 2 представлены показатели концентраций Cu, Zn, Se и распределение их концентраций по степени обеспеченности данными биоэлементами в волосах у обследованных лиц старшей возрастной группы ХМАО. Средние величины содержания концентраций Cu, Zn и Se в биосубстрате лиц старшей возрастной группы ХМАО соответствовали референтным значениям, но находились значительно ближе к нижней их границе (табл. 1). Обращает на себя внимание широкая распространенность среди пожилых граждан северного региона недостаточной обеспеченности организма микроэлементами, входящими в состав ферментов антиоксидантной системы защиты: неглубокий дефицит Cu 1–2-й степени обнаружен у 34 (40,0%) обследованных лиц, недостаточность Zn 1–2-й степени характеризовала элементный статус более чем четвертой части взрослых некоренных жителей ХМАО пожилого возраста. Однако хуже всего оказалась обеспеченность организма некоренных граждан ХМАО старшей возрастной группы: дефицит различной степени выраженности был выявлен у 36 (42,4%) обследованных лиц (табл. 2).

В результате исследования была установлена широко распространенная недостаточность биоэлементов с антиоксидантным спектром действия у лиц пожилого возраста, длительное время проживающих в условиях северного региона.

**Таблица 1. Концентрация хрома, меди, цинка и селена в волосах у пожилых жителей Ханты-Мансийского автономного округа (мкг/г)**

Химический элемент	Жители Ханты-Мансийского автономного округа пожилого возраста (n = 85)		
	M±σ	Me	25↔75
Медь	13,1±0,9	12,2	9,8↔19,7
Цинк	159,7±41,2	161,8	129,7↔392,4
Селен	0,28±0,04	0,24	0,13↔0,61

**Таблица 2. Распределение пожилых граждан Ханты-Мансийского автономного округа по степени обеспеченности организма хромом, медью, цинком и селеном (абс./%)**

Химический элемент	Жители Ханты-Мансийского автономного округа пожилого возраста (n = 85)		
	Норма	Дефицит 1–2 ст.	Дефицит 3–4 ст.
Медь	51/60,0	34/40,0	–
Цинк	63/74,1	22/25,9	–
Селен	49/57,6	32/37,7	4/4,7

Исследованиями, проведенными ранее в северных регионах, выявили ведущую роль свободнорадикальных процессов в развитии преждевременного старения у некоренных жителей Севера (Хаснулин и др., 2006; Hasnulin et al., 2006; Ермолин, 2014; Депутат и др., 2017). В ряде исследований говорится о связи преждевременного старения с активацией атеросклеротических процессов и ускоренным развитием сердечно-сосудистой патологии (Хаснулин и др., 2006; Duffy et al., 2013). Это, безусловно, приведет к увеличению доли кардиваскулярной патологии в структуре заболеваемости: примерно 80% смертных случаев приходится на возраст 65 лет и старше (Odden et al., 2011; Nichols et al., 2014).

Эссенциальные микроэлементы Cu и Zn входят в активный центр антиоксидантного фермента – супероксиддисмутазы (CuZnСОД), принимающей активное участие в нейтрализации свободных радикалов кислорода (Michlska-Mosiej et al., 2016). Дефицит Cu приводит к патологическим состояниям со стороны сердечно-сосудистой и нервной систем, костно-суставного аппарата и др. Цинк, помимо участия в антиоксидантной защите организма человека, активирует около 200 ферментных систем, регулирующих деление и созревание клеток, деятельность иммунной системы, синтез мужских половых гормонов, инсулина и др. (Gammoh et al., 2017; Скальный, 2018; Сальникова и др., 2019).

В нашем исследовании наихудшим оказалась обеспеченность пожилых жителей ХМАО

главным биоэлементом антиоксидантной системы защиты организма – Se: средние показатели его содержания в волосах обследованных лиц находились у самого нижнего предела физиологически допустимых значений (табл. 1) и самым широко распространенным дефицитом различной степени выраженности из всех исследуемых микроэлементов (табл. 2). Проведенное исследование подтверждает доказанное ранее формирование так называемых «элементных дыр»: возникновение глубокого дефицита наиболее значимых микроэлементов и, в первую очередь, Se. Доказано, что селеновая недостаточность у лиц пожилого и старческого возраста потенцирует развитие сердечно-сосудистой патологии, злокачественных новообразований, иммунодефицитных и йоддефицитных состояний, а также уменьшает продолжительность жизни (Кудрин и др. 2007; Одинаев, 2007; Michlska-Mosiej et al., 2016).

Установлено, что особенностью пожилых граждан является сочетание различных факторов риска у одного пациента, которые потенцируются как в случае сочетания друг с другом, так и под воздействием негативных факторов среды обитания (условия северного региона) (Панин, 2010; Levy et al., 2016; Попова и др., 2020).

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Основными задачами, определенными в национальном проекте «Демография», являются увеличение продолжительности жизни и повы-

шение ее качества у граждан старшего поколения (Демин и др., 2020). Однако воздействие неблагоприятных климатогеографических факторов Севера на здоровье человека пожилого возраста изучена недостаточно.

Доказано, что биоэлементы участвуют в функционировании всех систем организма, являются морфофункциональной основой жизни, определяют здоровье человека, защиту от негативных факторов среды обитания, продолжительность жизни, ее качество и демографические показатели населения в целом. В этой связи элементный гомеостаз предполагает высокую устойчивость индивидуума к экологическому прессингу (Агаджанян и др., 2013; Горбачев, 2019). Северные территории весьма условно можно назвать адекватной средой обитания для человека, так как они являются экстремальной средой, где человек подвергается сочетанному воздействию неблагоприятных природно-климатических факторов. Помимо этого, для северных регионов характерны бедные минеральными веществами подзолистые почвы и слабоминерализованные поверхностные источники питьевой воды.

Вместе с тем природная недостаточность биоэлементов у населения Севера усугубляется акклиматизационным дефицитом эссенциальных химических элементов, в первую очередь Se (Панин, 2010). Доказано, что дисбаланс химических элементов в организме человека и развитие мета-

болических нарушений в пожилом и старческом возрасте являются процессами взаимосвязанными и протекающими параллельно. В этой связи оптимизация элементного гомеостаза может явиться одним из лечебно-профилактических средств предупреждения болезней старения (Горбачев и др., 2016).

Образующиеся в результате окислительного стресса активные формы кислорода являются предикторами развития множества сопряженных в возрастном заболеланий, в первую очередь, кардиоваскулярных, онкологических, метаболических и др. Причем окислительные процессы в организме усиливаются в случае недостаточной обеспеченности природных антиоксидантов: витаминов А, Е, С, D; биоэлементов Cu, Zn, Se, флавоноидов и пр. Исследованиями установлено, что оптимальная обеспеченность организма антиоксидантами способна обеспечить защиту от окислительного стресса и замедлить старение (Одинаев, 2007; Горбачев и др., 2016).

С целью увеличения продолжительности жизни и повышения ее качества, гражданам старшего поколения, проживающим в северных регионах России, после исследования обеспеченности организма химическими элементами, рекомендована точечная коррекция элементного статуса монопрепаратами с содержанием определенных биоэлементов, а также использование в пищу обогащенных ими пищевых продуктов.

## ЛИТЕРАТУРА

- Агаджанян Н.А., Скальный А.В., Детков В.Ю. Элементный портрет человека: заболеваемость, демография и проблема управления здоровьем нации. *Экология человека*. 2013; 11: 3–12.
- Возрастные категории и группы по данным ВОЗ. 2020. <https://www.youtube.com/watch?v=ytdevru>. Дата обращения 21.01.2021.
- Горбачев А.Л., Луговая Е.А., Степанова Е.М. Микроэлементный профиль людей старческого возраста Европейского и Азиатского Севера России. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(5): 432–439.
- Горбачев А.Л. Биогеохимическая характеристика северных регионов России. Человек на Севере: системные механизмы адаптации: сб. трудов, посвященный 90-летию основания Магадана. Под ред. акад. Н.Н. Беседновой. Магадан: «Экс-пресс-полиграфия», 2019; 3: 68–79.
- Демографический ежегодник России: статистический сборник. Росстат, 2017; 265 с.
- Демин А.В., Гудков А.Б., Чашин В.П., Попова О.Н. Постуральный баланс и качество жизни женщин 70–74 лет. *Экология человека*. 2020; 6: 58–64. DOI: 10.33396/1728-0869-2020-6-58-64.
- Депутат И.С., Дерябина И.Н., Нехорошкова А.Н., Грибанов А.В. Влияние климатоэкологических условий Севера на процессы старения. *Журнал медико-биологических исследований*. 2017; 5 (3): 5–17. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2017.5.3.5.
- Ермолин С.П. Характеристики гемодинамических показателей и физической работоспособности у военнослужащих в Арктике в контрастные сезоны года. *Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: естественные науки*. 2014; 4: 75–80.
- Кудрин А.В., Громова О.А. Микроэлементы в иммунологии и онкологии. М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2007; 543 с.
- Никитин Ю.П., Хаснулин Ю.В., Гудков А.Б. Итоги деятельности полярной медицины и экстремальной экологии человека за 1995–2015 года: современные проблемы северной медицины и усилия ученых по их решению. *Медицина Кыргызстана*. 2015; 1(2): 8–14.
- Одинаев Ш.Ф. Селен и профилактика старения. *Микроэлементы в медицине*. 2007; 8(4): 61–63.
- Панин Л.Е. Гомеостаз и проблемы приполярной медицины: (методологические аспекты адаптации). *Бюллетень СО РАМН*. 2010; 3(3): 6–11.

- Попова Е.К., Архипова Н.С., Попов И.О. Предикторы риска ишемической болезни сердца у мужчин старшей возрастной группы, проживающих в условиях Крайнего Севера. *Экология человека*. 2020; 2: 4–11.
- Распоряжение Правительства РФ от 13 февраля 2019 г. №207-р. URL: <http://static.government.ru/media/files/UVAIqUt08o60RktoOX122JjAe7irNxc.pdf> (дата обращения 30.01.2021)
- Савинов Л.И., Бистяйкина Д.А., Соловьева Т.В. Старение населения и новые задачи социальных служб. *Вестник НИИ гуманитарных наук при Правительстве Республики Мордовия*. 2018; 2: 155–165.
- Сальникова Е.В., Бурцева Т.И., Скальный А.В. Микроэлементный статус Оренбургской области. *Экология человека*. 2019; 1: 10–14.
- Скальный А.В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученных методом ИСП-АЭС (АНО ЦБМ). *Микроэлементы в медицине*. 2003; 4(1): 55–56.
- Скальный А.В. Микроэлементы. Изд. 4-е, переработанное. *Фабрика блокнотов*. 2018; 295 с.
- Хаснулин В.И., Четветкина И.И., Хаснулин П.В., Собакин А.К. Экологически обусловленный стресс и старение человека на Севере. *Экология человека*. 2006; 4 (1): 16–21.
- Чанчаева Е.А., Айзман Р.И., Герпсев А.Д. Современное представление об антиоксидантной системе организма человека. *Экология человека*. 2013; 7: 50–58.
- Belkin V., Korostishevsky M., Batsevich V., Pavlovsky O., Volkov-Dubrovin V., Kobylansky E. Morpho-Physiological Features of Human Populations in the Context of Climatic-geographical Conditions. *Coll. Antropol.* 2012; 36(3): 729–743.
- Duffy L., Gerlach C., Ebbesson S., Young K., Dewailly E., Bjerregaard P., Dunlap K.L., Godduhn A., Reynolds A.J. Arctic Medical Health, Disease and Nutrition: The Challenges and Joys. *Int. J. Circumpolar Health*. 2013; 72: 841.
- Gammoh N.Z., Rink L. Zinc in Infection and Inflammation. *Nutrients*. 2017; 17: 9-60.
- Hasnulin V., Kulikov V., Sobakin A., Hasnulina A., Chechetkina I., Selyatitskaya V., Polyuhovich V., Kim I. Premature Aging Processes in the North. Proc. 13<sup>th</sup> Int. Congr. Circumpolar Health, Novosibirsk, 12–16 June 2006. Novosibirsk, 2006. URL: [http://www.ict.nsc.ru/ws/show\\_abstract.dhtml?en+125+9105](http://www.ict.nsc.ru/ws/show_abstract.dhtml?en+125+9105) (дата обращения: 29.01.2021).
- Levy S.B., Leonard W.R., Tarskaia L.A., et al. Lifestyle mediates seasonal changes in metabolic health among the yakut (sakha) of northeastern Siberia. *American Journal of Human Biology*. 2016; 28(6): 868–878.
- Michlska-Mosiej M. Socha K., Soroczynska J., Karpinska E., Lazarczyk B., Borawska M.H. Selenium, Zinc, Copper, and Total Antioxidant Status in the Serum of Patients with Chronic Tonsillitis. *Biological trace element research*. 2016: 1–5.
- Nichols M., Townsend N., Scarborough P., et al. Cardiovascular disease in Europe 2014: epidemiological update. *Eur Heart J*. 2014; 35(42): 2950–2959.
- Odden M.C., Coxson P.G., Moran A., et al. The impact of the aging population on coronary heart disease in the United States. *Am J Med*. 2011; 124(9): 827–833.
- Skalny A.V., Tinkov A.A., Skalnaya M.G., Demidov V.A. Hair concentration of essential trace elements in adult non-exposed Russian population. *Environmental monitoring and assessment*. 2015; 187 (11): 1–8.

## ASSESSMENT OF BIOELEMENTS SUPPLY INCLUDED IN THE ENZYMATIVE LINK OF THE ANTIOXIDANT PROTECTION SYSTEM IN THE ELDERLY RESIDENTS OF THE KHANTY-MANSIYA AUTONOMOUS AREA

*T.Ya. Korchina, E.M. Ternikova, V.I. Korchin*

Khanty-Mansiysk State Medical Academy,  
Russia, 628010, Khanty-Mansiysk, Mira st., 40

**ABSTRACT.** Khanty-Mansiysk Autonomous Region (KhMAO), being part of the Tyumen Region, belongs to the territories equated to the Far North, and is the most powerful resource base in Russia, primarily oil and gas production. This territory is characterized by extreme natural and climatic conditions: a long cold period, a shortage of ultraviolet radiation, sharp changes in the parameters of meteorological conditions, a high electromagnetic background, dry air, an extremely low level of air ionization, etc. In the structure of the population of the Russian Federation, the share of the elderly population is currently about 1/3. One of the main hypotheses of aging is the theory of oxidative stress. Purpose of the work: to study the content of Cu, Zn and Se in the hair of elderly people living in the KhMAO: trace elements with an antioxidant spectrum of action. Objective: 85 elderly patients (60-74 years old). Among them, 33 (38,8%) are men and 52 (61,2%) are women were examined. The concentration of trace elements in the hair was determined by inductively coupled plasma mass spectrometry. Elderly residents of the North have a Cu deficit of 40%, Zn - 26%, Se - 42% of cases. In order to increase life expectancy and improve its quality in older citizens living in the northern regions of Russia, after the elemental analysis of hair, it is necessary to carry out a point correction of the elemental status using special monoprparations containing the appropriate trace elements and food products enriched with them.

**KEYWORDS:** northern region, elderly people, oxidative stress, antioxidant elements.

## REFERENCES

- Agadzhanian N.A., Skalny A.V., Detkov V.Yu. Elemental portrait of a person: morbidity, demography and the problem of managing the health of the nation. *Human Ecology*. 2013; 11: 3-12 (in Russ).
- Age categories and groups according to WHO. 2020. <https://www.youtube.com/watch?v=ytdevru>. Date of treatment 01.21.2021 (in Russ).
- Gorbachev A.L., Lugovaya E.A., Stepanova E.M. Microelement profile of senile people in the European and Asian North of Russia. *Hygiene and Sanitation*. 2016; 95(5): 432-439 (in Russ).
- Gorbachev A.L. Biogeochemical characteristics of the northern regions of Russia. *Man in the North: systemic mechanisms of adaptation: collection of articles. works dedicated to the 90th anniversary of the founding of Magadan*. ed. acad. N.N.Besednova. Magadan: "Express-printing", 2019; 3: 68-79 (in Russ).
- Demographic Yearbook of Russia: statistical collection. Rosstat, 2017; 265 p. (in Russ).
- Demin A.V., Gudkov A.B., Chashchin V.P., Popova O.N. Postural balance and quality of life of women 70-74 years old. *Human Ecology*. 2020; 6: 58-64. DOI: 10.33396. 1728-0869-2020-6-58-64 (in Russ).
- Deputy I.S., Deryabina I.N., Nekhoroshkova A.N., Gribov A.V. Influence of climatic and ecological conditions of the North on aging processes. *Journal of medical and biological research*. 2017; 5 (3): 5-17. DOI: 10.17238. ISSN2542-1298.2017.5.3.5 (in Russ).
- Ermolin S.P. Characteristics of hemodynamic parameters and physical performance in servicemen in the Arctic during contrasting seasons of the year. *Bulletin of the Northern (Arctic) Federal University. Series: natural sciences*. 2014; 4: 75-80 (in Russ).
- Kudrin A.V., Gromova O.A. Trace elements in immunology and oncology. M.: "GEOTAR-Media", 2007; 543 p. (in Russ).
- Nikitin Yu.P., Khasnulin Yu.V., Gudkov A.B. Results of the activity of polar medicine and extreme human ecology for 1995-2015: modern problems of northern medicine and efforts of scientists to solve them. *Medicine of Kyrgyzstan*. 2015; 1(2): 8-14 (in Russ).
- Odinaev Sh.F. Selenium and prevention of aging. *Microelements in medicine*. 2007; 8(4): 61-63 (in Russ).
- Panin L.E. Homeostasis and problems of circumpolar medicine: (methodological aspects of adaptation). *Bulletin of the SB RAMS*. 2010; 3(3): 6-11 (in Russ).
- Popova E.K., Arkhipova N.S., Popov I.O. Predictors of the risk of coronary heart disease in older men living in the Far North. *Human Ecology*. 2020; 2: 4-11 (in Russ).
- Order of the Government of the Russian Federation of February 13, 2019 No. 207-r. URL: <http://static.government.ru/media/files/UVAIqUt08o60RktoOX122JjAe7irNxc.pdf> (access date 01/30/2021) (in Russ).
- Savinov L.I., Bistyaykina D.A., Solovieva T.V. Population aging and new tasks of social services. *Bulletin of the Research Institute of Humanities under the Government of the Republic of Mordovia*. 2018; 2: 155-165 (in Russ).
- Salnikova E.V., Burtseva T.I., Skalny A.V. Trace element status of the Orenburg region. *Human ecology*. 2019; 1: 10-14 (in Russ).
- Skalny A.V. Reference values of the concentration of chemical elements in the hair obtained by the ISP-AES (ANO CBM). *Trace elements in medicine*. 2003; 4(1): 55-56 (in Russ).
- Skalny A.V. *Microelements*. Ed. 4th, revised. Factory of notebooks. 2018: 295 p. (in Russ).
- Khasnulin V.I., Chechetkina I.I., Khasnulin P.V., Sobakin A.K. Environmentally caused stress and human aging in the North. *Human Ecology*. 2006; 4 (1): 16-21 (in Russ).
- Chanchaeva E.A., Aizman R.I., Gerpsev A.D. Modern understanding of the antioxidant system of the human body. *Human Ecology*. 2013; 7: 50-58 (in Russ).
- Belkin V., Korostishevsky M., Batsevich V., Pavlovsky O., Volkov-Dubrovin V., Kobylansky E. Morpho-Physiological Features of Human Populations in the Context of Climatic-geographical Conditions. *Coll. Antropol.* 2012; 36(3): 729-743.
- Duffy L., Gerlach C., Ebbesson S., Young K., Dewailly E., Bjerregaard P., Dunlap K.L., Godduhn A., Reynolds A.J. Arctic Medical Health, Disease and Nutrition: The Challenges and Joys. *Int. J. Circumpolar Health*. 2013; 72: 841.
- Gammoh N.Z., Rink L. Zinc in Infection and Inflammation. *Nutrients*. 2017; 17: 9-60.
- Hasnulin V., Kulikov V., Sobakin A., Hasnulina A., Chechetkina I., Selyatitskaya V., Polyuhovich V., Kim I. Premature Aging Processes in the North. Proc. 13<sup>th</sup> Int. Congr. Circumpolar Health, Novosibirsk, 12-16 June 2006. Novosibirsk, 2006. URL: [http://www.ict.nsc.ru/ws/show\\_abstract.dhtml?en+125+9105](http://www.ict.nsc.ru/ws/show_abstract.dhtml?en+125+9105) (дата обращения: 29.01.2021).
- Levy S.B., Leonard W.R., Tarskaia L.A., et al. Lifestyle mediates seasonal changes in metabolic health among the yakut (sakha) of northeastern Siberia. *American Journal of Human Biology*. 2016; 28(6): 868-878.
- Michlska-Mosiej M. Socha K., Soroczynska J., Karpinska E., Lazarczyk B., Borawska M.H. Selenium, Zinc, Copper, and Total Antioxidant Status in the Serum of Patients with Chronic Tonsillitis. *Biological trace element research*. 2016: 1-5.
- Nichols M., Townsend N., Scarborough P., et al. Cardiovascular disease in Europe 2014: epidemiological update. *Eur Heart J*. 2014; 35(42): 2950-2959.
- Odden M.C., Coxson P.G., Moran A., et al. The impact of the aging population on coronary heart disease in the United States. *Am J Med*. 2011; 124(9): 827-833.
- Skalny A.V., Tinkov A.A., Skalnaya M.G., Demidov V.A. Hair concentration of essential trace elements in adult non-exposed Russian population. *Environmental monitoring and assessment*. 2015; 187 (11): 1-8.