

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС ЖЕНЩИН ФЕРТИЛЬНОГО ВОЗРАСТА, ПРОЖИВАЮЩИХ НА СЕВЕРЕ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**Т.Я. Корчина*, В.И. Корчин, В.В. Лапенко**Ханты-Мансийская государственная медицинская академия,
ул. Мира, д. 40, 628011, г. Ханты-Мансийск, Россия

РЕЗЮМЕ. Цель работы – изучение содержания в волосах у женщин фертильного возраста, проживающих на севере Тюменской области железа, марганца, кальция, магния, меди, цинка и селена. Обследовано 108 женщин (18–44 лет): 43 (39,8%) из них проживали в Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО), 65 (60,2%) – в Ханты-Мансийском автономном округе (ХМАО). Концентрацию биоэлементов в волосах определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. У женщин ЯНАО установлено более чем в 2 раза чаще встречаемое избыточное накопление железа и марганца, способное проявлять прооксидантные свойства. В волосах женщин ЯНАО установлены достоверно более низкие показатели концентрации микроэлементов, обладающих антиоксидантными свойствами – цинка ($p = 0,018$) и селена ($p = 0,008$), а также повышающего восприимчивость к оксидативному стрессу кальция ($p = 0,050$) сравнительно с аналогичными показателями у обследованных лиц ХМАО.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Арктика, химические элементы, окислительный стресс, биоэлементы-антиоксиданты.

ВВЕДЕНИЕ

Ямало-Ненецкий (ЯНАО) и Ханты-Мансийский (ХМАО) автономные округа являются составной частью севера Тюменской области. При этом ЯНАО, наряду с другими территориальными образованиями, формирует Арктическую зону Российской Федерации (АЗРФ), масштабы хозяйственной деятельности которой значимо выше показателей других приполярных стран. Созданная в АЗРФ мощная промышленность позволяет использовать ее в качестве стратегической ресурсной базы, что отвечает национальным интересом России и обеспечивает решение задач социально-экономического развития страны (Сюрин, 2019). Климатогеографические условия территорий, входящих в Тюменский Север, многообразны: в центральных и южных частях относительно приемлемые, а в северных – экстремальные (Кие, 2010; Горбанев, 2019).

Многочисленными исследованиями установлено, что в механизме воздействия на организм неблагоприятных климатогеографических и экологических факторов антропогенного характера, условий жизнедеятельности, характера трудовой

деятельности и пр. имеется общее патогенетическое звено – избыточная продукция свободных радикалов. Различными путями все перечисленные факторы приводят к одному и тому же метаболическому сдвигу: образованию повышенного количества активных форм кислорода или других свободных радикалов («окислительный стресс») (Knasmuller, 2008; Мартусевич, 2018). От воздействия свободных радикалов здоровый организм защищает естественная антиоксидантная система, включающая в себя ферментные и неферментные соединения, способная полностью нейтрализовать вредное воздействие радикальных форм кислорода (Kusano, 2008). Одним из регуляторных метаболических механизмов являются процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ) и антиоксидантной защиты (АОЗ), представляющие собой единую систему и обеспечивающие окислительно-восстановительный гомеостаз на оптимальном для целостного организма уровне.

Доказано, что антиоксидантная система человека, в состав ферментативного звена которой входят биоэлементы цинк (Zn), медь (Cu) и селен (Se), обеспечивает резистентность организма бо-

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

лее чем к 200 заболеваниям и патологическим состояниям (Kusano, 2008; Мартусевич, 2018; Скальный, 2018). При этом избыточное накопление неорганических форм железа (Fe) и марганца (Mn), поступающее в организм человека с загрязнителями и с питьевой водой, может потенцировать специфические эффекты повреждающего действия со стороны системы крови, центральной нервной системы, желудочно-кишечного тракта, почек, костной и иммунной систем, а также окислительно-антиоксидантных и обменных процессов (Farias et al., 2010; Penke et al., 2012; Cherbuin et al., 2014; Ding et al., 2014; Мазунина, 2015; Bjorklund et al., 2017; Скальный, 2018; Цунина и др., 2018; Eggers et al., 2018).

Известно, что для оптимальной жизнедеятельности организма стабильность химического состава является важнейшим условием, а вызванные климатогеографическими и/или экологическими факторами расхождения в содержании химических элементов могут явиться причиной широкого диапазона нарушений здоровья человека (Авцын и др., 1991; Скальный, 2018). В этой связи актуальность изучения элементного статуса женщин фертильного возраста обусловлена важностью проблемы формирования здорового поколения страны (Онищенко, 2016).

Ц е л ь р а б о т ы – изучение содержания в волосах у женщин фертильного возраста, проживающих на севере Тюменской области, железа, марганца, кальция, магния, меди, цинка и селена.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

У 108 женщин детородного возраста (18–44 лет), более 5 лет проживающих на территории Тюменского Севера, проведена оценка элементного статуса. Из них 43 (39,8%) – жительницы ЯНАО и 65 (60,2%) – ХМАО. Исследование проведено с соблюдением этических норм Хельсинской декларации и Директив Европейского сообщества (8/609ЕС).

В волосах обследованных женщин методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргоновой плазмой (АЭС) и масс-спектрометрии (МС) (МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03) определяли концентрацию Fe, Mn, Ca, Mg, Cu, Zn и Se. Использовали атомно-эмиссионный спектрометр Optima DV 2000 («PerkinElmer Corp.», США) и масс-спектрометр ELAN 9000 («Perkin Elmer – Sciex», Канада), а также систему микроволнового разложения Multiwave 3000 («Perkin Elmer – A. Paar», Австрия).

Полученные результаты сравнивали с референтными значениями (Скальный, 2003; Skalny et al., 2015).

Статистическую обработку проводили с применением программ Statistica 10.0 и MS Excel 2010. Рассчитывали среднюю арифметическую вариационную величину ряда (M), среднеквадратическое отклонение (σ), медиану (Me); в качестве мер рассеивания величин с непараметрическим распределением применяли 25-й и 75-й квартили. Достоверность различий между сопоставимыми группами определяли с использованием t -критерия Стьюдента: за критическую величину уровня значимости принимали $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Доказано, что волосы предпочтительнее других биологических субстратов, рассматриваемых в качестве биомаркеров химического воздействия среды обитания. Волосы являются аккумуляторами химических элементов, анализ концентрации которых дает возможность ретроспективно восстановить воздействие поллютантов на организм человека за определенный промежуток времени (Skalny et al. 2015; Jursa, 2018; Grabeklis et al., 2019).

На рис. 1 и 2 представлены показатели концентрации изучаемых химических элементов и их распределение по степени обеспеченности биоэлементами в волосах у обследованных женщин фертильного возраста, проживающих в ЯНАО и ХМАО.

Средние величины концентрации всех исследуемых биоэлементов в волосах обследуемых лиц северного региона находились в диапазоне физиологически оптимальных значений. Однако были выявлены значимые межгрупповые и внутригрупповые различия (табл. 1 и 2).

Авторами не было установлено статистически значимых различий концентрации Fe и Mn в волосах женщин фертильного возраста, проживающих на севере Тюменской области, однако избыточное накопление элемента более чем в 2 раза чаще наблюдалось в группе обследованных лиц ЯНАО (табл. 2).

Человек получает химические элементы из внешней среды: между содержанием химических элементов во внешней (биогенной) и внутренней средой живых организмов складываются непростые причинно-следственные взаимосвязи. Человек – одно из звеньев природных геохимических цепей, а биоэлементный состав человеческого

организма находится в зависимости, как от химического окружения, так и от специфичности водно-пищевых рационов (Notova et al, 2017; Скальный, 2018; Allaire et al., 2018). С учетом социально обусловленной миграции продуктов питания, именно питьевую воду можно считать предопределяющей макрокомпонентой внешней среды, которая формирует специфичность территориального фона населения (Горбачёв, 2006; Корчина и др., 2018; Миняйло и др., 2019). Вода с растворенными в ней макро- и микроэлементами является первичным звеном, которое определяет ревалентность адаптации живых организмов к геохимической среде обитания (Корчин и др., 2016). Установлено, что природные воды Тюменского Севера содержат низкие концентрации Са и Mg, слабоминерализованы, но при этом отличаются повышенным содержанием Mn и Fe (Корчина, 2009; Ковшов и др., 2019).

Железо и Mn являются жизненно необходимыми микроэлементами, а поступившие с пищей даже избыточные количества этих биоэлементов не проявляют негативного влияния на здоровье человека (Миняйло и др., 2018; Скальный, 2018). Железо обладает высокой кумулятивной способностью с периодом полувыведения из организма 5–5,5 лет. Биологическая ценность Fe определена способностью быстро окисляться и восстанавливаться с изменением валентности – $Fe^{3+} \leftrightarrow Fe^{2+}$ (Белопухов, 2016). Известно, что с этим его свойством связана и опасность токсического действия данного химического элемента, так как избыточное накопление Fe в биосредах ускоряет окислительно-восстановительные реакции с образованием свободных радикалов (супероксидного, пероксидного, гидроксильного), что приводит к развитию окислительного стресса (Цунина и др., 2018).

Таблица 1. Элементный состав волос женщин репродуктивного возраста, проживающих на территории Тюменского Севера, мкг/г

Химический элемент	Женщины репродуктивного возраста, проживающие на севере Тюменской области (n = 108)						p
	Ямало-Ненецкий автономный округ (n = 43)			Ханты-Мансийский автономный округ (n = 65)			
	M±σ	Me	25↔75	M±σ	Me	25↔75	
Fe	28,3±2,3	23,5	18,7↔59,2	23,6±2,2	18,7	15,5↔48,7	0,156
Mn	1,9 ±0,2	1,8	0,7↔3,8	1,8±0,17	1,7	0,6↔2,9	0,707
Ca	849±40,1	689	268↔1156	997±54,5	862	354↔1321	0,050
Mg	152±13,1	127	59↔398	176±20,6	163	65↔431	0,385
Cu	20,4±1,8	17,6	7,6↔28,5	23,7±2,2	19,6	8,2↔35,1	0,286
Zn	204±16,4	194	147↔259	278±22,5	257	165↔382	0,018
Se	0,38±0,01	0,4	0,099 ↔0,7	0,45±0,02	0,42	0,14↔0,92	0,008

Таблица 2. Распределение обследованных лиц по степени обеспеченности железом, марганцем, кальцием, магнием, медью, цинком и селеном, абс. (%)

Химический элемент	Женщины Ямало-Ненецкого / Ханты-Мансийского автономных округов (n = 108)		
	Норма	Дефицит	Избыток
Fe	39(90,7%) / 63(96,9%)	1(2,3%) / –	3(7,0%) / 2(3,1)
Mn	29(67,4%) / 53(81,5%)	–	14(32,6%) / 12(18,5%)
Ca	38 (88,4%) / 60(92,3%)	5(11,6%) / 4(6,2%)	– / 1(1,5%)
Mg	39(90,7%) / 62(95,4%)	4(9,3%) / 3(4,6%)	–
Cu	35(81,3%) / 62(95,4%)	6(14,0%) / 1(1,5%)	2(4,7%) / 2(3,1%)
Zn	32(74,4%) / 56(86,1%)	8(18,6%) / 5(7,7%)	3(7,0%) / 4(6,2%)
Se	29(67,4%) / 56(86,1%)	14(32,6%) / 8(12,3%)	– / 1(1,5%)

Важно отметить, что у Fe отсутствуют механизмы действенного выведения из организма человека. Экскреция данного химического элемента происходит пассивно при микрокровотечениях, а также за счёт слущивания эпителия кожи, кишечника и выведения с потом, желчью, мочой (Лукина и др. 2015; Егорова и др., 2016; Шамов и др. 2016).

Установлено, что избыточное накопление Fe может привести к дефициту Cu и Zn. Железо является антагонистом Ca и тормозит его всасывание в желудочно-кишечном тракте (Лукина и др. 2015; Скальный, 2018).

Доказано, что избыточное накопление Mn в организме человека может привести к повреждению мембран клеток вследствие высокой комплексообразующей способности элемента. Марганец способен связывать сульфгидрильные группы глутатиона и белков плазмы крови и тканей, что является пусковым механизмом ПОЛ клеточных мембран. Вследствие этого снижается активность антиоксидантной системы организма, действие которой направлено на поддержание гомеостаза (Valko, 2005; Мазунина, 2015).

В исследовании установлено достоверно большее содержание Ca в волосах обследованных лиц ХМАО по сравнению с подобным показателем ЯНАО ($p = 0,050$). В отношении Mg не было установлено статистически значимых межгрупповых различий, однако концентрация элемента оказалась выше у женщин ХМАО по величине среднего арифметического (M) почти в 1,2 раза, а по значению медианы (Me) – в 1,3 раза (табл. 1). Дефицит различной степени выраженности встречался у женщин фертильного возраста ЯНАО в 2 раза чаще сравнительно с аналогичным показателем у женщин ХМАО (табл. 2).

И.Ю. Тармаева и соавт. акцентируют внимание на отсутствие взаимосвязи между содержанием в пищевых рационах и в волосах Ca и Mg, что было описано и ранее и подтверждает важность поступления данных биоэлементов именно с питьевой водой (Gröber et al., 2015; Fischer et al., 2018; Тармаева и др., 2019).

Кальций является незаменимым химическим элементом для функционирования миокарда, мышечной ткани, нервной системы, кожи и особенно костной ткани (Martinez, 2016; Скальный, 2018). Ионы кальция (Ca^{2+}) имеют важнейшее значение для физиологии клетки, а также всего организма. Известно более 2000 белков и ферментов, функционирование которых напрямую зависит от Ca. Элемент участвует в форми-

рования структуры соединительной ткани, процессах межклеточной адгезии, необходим для регуляции клеточного апоптоза, воспаления и др. (Murphy et al., 2009; Громова и др., 2017). Продолжительная нехватка Ca приводит к увеличению концентрации холестерина в крови, повышению артериального давления, нарушению сердечного ритма, разрушению зубов и болезням костно-суставной системы (Ito et al., 2016; Fischer et al., 2018). При этом процессы усвоения и обмена Ca тесно связаны с витамином D, так как экспрессия значимого числа Ca-зависимых белков регулируется витамином D (Jolliffe et al., 2016; Громова и др., 2017; Holick, 2017; Fischer et al., 2018). Поведенными ранее исследованиями содержания витамина D в сыворотке крови у женского населения ЯНАО и ХМАО был установлен его дефицит различной степени выраженности, что еще больше усугубляет недостаточную обеспеченность Ca организма человека. Важно отметить достоверно более низкие показатели концентрации кальцидола у женщин ЯНАО по сравнению с сопоставимой группой обследованных лиц ХМАО. Это можно объяснить климатическими различиями изучаемых территорий Севера: ХМАО расположен юго-западнее ЯНАО, имеет более мягкий и теплый климат и значимо большее число солнечных дней в году (Корчина и др., 2019). Итак, обеспеченность Ca еще больше усугубляется в условиях северных регионов с дефицитом ультрафиолетового излучения, необходимого для синтеза витамина D (Громова и др., 2017), и постоянного употребления ультрапресной воды (Миняйло и др., 2018). Нарушения уровней Ca связаны с другими отклонениями в элементном балансе, в первую очередь, с гипомагниемией (Степанов и др., 2015; Громова и др., 2017; Скальный, 2018;).

Доказано, что специфичным условием, определяющим здоровье человека, является его оптимальная обеспеченность Mg. Многие процессы в клетках – Mg-зависимые: синтез нуклеиновых кислот, окислительный метаболизм, гликолиз, процессы нервной и мышечной возбудимости, трансмембранный транспорт и др. Магний оказывает стабилизирующий эффект на структуры ДНК, важен для обеспечения стабильности генома. Существует не менее 500 Mg-зависимых белков и Mg участвует в активации более 300 ферментов в организме человека (Barbagallo et al., 2009; Kirii et al., 2010; Керимов и др., 2016). На фоне низкого содержания Mg повышается восприимчивость к ок-

сидативному стрессу, ускоряется процесс старения клетки (Майлян и др., 2017). При недостаточной обеспеченности Mg происходит нарушение обмена Fe и накопление его в организме, что потенцирует процессы перекисного окисления липидов.

Исследованиями установлено, что на местностях, которые характеризуются водопотреблением ультрапресной питьевой воды, ежегодный в течение 10 лет показатель впервые установленных заболеваний сердечно-сосудистой системы имел сильную положительную корреляцию с низким уровнем минерализации питьевой воды (концентрации солей Ca и Mg) (Якубова и др., 2015).

Обеспеченность Zn оказалась достоверно выше ($p=0,018$) в группе женщин ХМАО; содержание Cu в биосубстрате у обследованных лиц в данной группе было также почти в 1,2 раза больше соответствующего показателя в группе ЯНАО, но без статистически значимых различий (табл. 1). Также и нарушения обеспеченности данными микроэлементами почти в 1,2 раза чаще наблюдались в группе обследованных лиц ЯНАО (табл. 2). Медь и цинк, являясь эссенциальными микроэлементами, входят в антиоксидантную систему защиты организма – кофактор фермента супероксиддисмутазы, которая участвует в нейтрализации пероксидных радикалов (Michlska-Mosiej et al., 2016). Патологические состояния, обусловленные дефицитом Cu, могут приводить к изменениям со стороны сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательного аппарата, а также расстройству нервной системы вследствие нарушения синтеза миелина и метаболизма нейромедиаторов. Цинк является активатором примерно 200 ферментов, отвечающих за самый широкий диапазон биологических реакций в организме человека – от процессов роста и развития организма (регуляция деления и созревания клеток), синтеза инсулина, тестостерона, подавления процессов воспаления, до нейтрализации газов (углекислого и угарного) и пр. (Gammoh et al., 2017; Скальный, 2018; Сальникова и др., 2019).

Средние величины концентрации микроэлемента Se, обладающего мощной антиоксидантной активностью, практически у всех обследованных женщин Севера находились у нижней границы физиологически оптимальных значений, но оказались достоверно выше ($p = 0,008$) у женщин ХМАО, сравнительно с женщинами ЯНАО (табл. 1). Дефицит биоэлемента различной степени выраженности почти в 2,7 раза чаще отмечался в группе женщин фертильного возраста,

проживающих в АЗРФ по сравнению с обследованными лицами группы сравнения (табл. 2). Доказано, что недостаточное поступление Se с пищей в организм человека вызывает снижение продолжительности жизни, угнетение иммунитета и обладающих противоопухолевой активностью естественных килерных клеток, потенцирует развитие йододефицитного состояния и пр. (Michlska-Mosiej et al., 2016).

ВЫВОДЫ

Интерес к Арктике, территории с наиболее экстремальными климатическими условиями и богатой природными ресурсами, будет возрастать с каждым годом по мере исчерпания энергетических запасов на материковой части РФ. Поэтому сохранение здоровья трудоспособного населения в АЗРФ определяется положениями «Основ государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу от 18.09.2008 г.» Перед наукой поставлена задача достижения надежного функционирования систем жизнеобеспечения и производственной деятельности в природно-климатических условиях Арктики. Решение этой задачи включает в себя изучение влияния на здоровье населения вредных факторов окружающей среды, обоснование комплекса мероприятий, направленных на сохранение среды обитания и здоровья населения.

Авторами проведено исследование элементного статуса женщин фертильного возраста, проживающих на территории Российской Арктики (ЯНАО) в сравнении с аналогичной группой обследованных лиц, проживающих в климатически более благоприятном северном регионе (ХМАО). Обнаружена широко распространенная недостаточность биоэлементов, принимающих участие в антиоксидантной защите организма (Se, Zn, Cu) и биоэлементов, повышающих восприимчивость к оксидативному стрессу (Ca, Mg), значимо выраженная в климатически более суровых условиях ЯНАО, а также повышенное накопление химических элементов, избыток которых проявляет прооксидантные свойства (Fe, Mn). Это может явиться причиной раннего начала и быстрого прогрессирования более чем 200 заболеваний и патологических состояний у женщин фертильного возраста, в основе патогенеза которых лежит окислительный стресс. Выявленные отклонения элементного статуса значимо более выражены у женщин детородного возраста, проживающих на

территории ЯНАО по сравнению с соответствующей группой обследованных лиц ХМАО.

С целью формирования здорового поколения страны женщинам фертильного возраста, проживающим в северных регионах РФ, после

элементного анализа волос необходимо точно скорректировать элементный статус с помощью специальных монопрепаратов, содержащих соответствующие биоэлементы, и обогащенных биоэлементами продуктов питания.

ЛИТЕРАТУРА

- Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органоопатология. Медицина, 1991: 496.
- Белопухов С.Л. Химия окружающей среды. Проспект, 2016: 241.
- Горбанев С.А., Федоров В.Н., Тихонова Н.А. О состоянии и совершенствовании управления санитарно-эпидемиологическим благополучием в Арктической зоне Российской Федерации. Экология человека. 2019; 10: 4–14. DOI: 10.33396/1728-0869-2019-10-4-14.
- Горбачёв А.Л. Элементный статус населения в связи с химическим составом питьевой воды. Микроэлементы в медицине. 2006; 7 (2): 11–24.
- Громова, О.А. Торшин И.Ю. Витамин D – смена парадигмы. Под ред. акад. РАН Е.И. Гусева, проф. И.Н. Захаровой. ГЭОТАР-Медиа. 2017: 576.
- Егорова Н.А., Канатникова Н.В. Влияние железа в питьевой воде на заболеваемость населения г. Орла. Гигиена и санитария. 2017; 96 (11): 1049–1053.
- Керимов А.А., Алиева Н.Р. Вопросы диагностики и значения уровня магния в организме человека. Биомедицина. 2016; 4: 8–12.
- Ковшов А.А., Новикова Ю.А., Федоров В.Н., Тихонова Н.А. Оценка рисков нарушений здоровья, связанных с качеством питьевой воды, в городских округах Арктической зоны Российской Федерации. Вестник Уральской медицинской академической науки. 2019; 16(2): 215–222. DOI: 10.22138/2500-0918-2019-16-2-215-222.
- Корчин В.И., Макаева Ю.С., Корчина Т.Я., Лапенко И.В., Гребенюк В.Н. Биоэлементные маркеры антиоксидантного статуса у водителей и работников автозаправочных станций северного региона. Экология человека. 2016; 6: 9–14.
- Корчина Т.Я. Системный анализ параметров вектора состояния организма человека, проживающего в условиях урбанизированного Севера (на примере ХМАО-Югры): Дисс. ... докт. мед. наук. Сургут. 2009: 332.
- Корчина Т.Я., Миняйло Л.А., Корчин В.И., Сафарова О.А. Сравнительные показатели содержания железа и марганца в волосах у женщин северного региона с различной очисткой питьевой воды. Экология человека. 2018; 4: 6–11.
- Курбатов А.В., Амлаев К.Р., Муравьева К.А. Современное состояние проблемы неравенства в здоровье: экологические, гендерные, экономические аспекты (обзор). Вестник Ставропольского государственного университета. 2011; 3: 24–30.
- Лукина Е.А., Денежкова А.В. Метаболизм железа в норме и патологии. Клиническая онкогематология. 2015; 8(4): 355–361.
- Мазунина Д.Л. Негативные эффекты марганца при хроническом поступлении в организм с питьевой водой. Экология человека. 2015; 3: 25–31.
- Майлян Д.Э., Коломиец В.В. Роль дефицита магния в патогенезе сердечно-сосудистых заболеваний: современное состояние проблемы. Российский кардиологический журнал. 2017; 6(146): 167–172.
- Мартусевич А.К., Карузин К.А., Самойлов А.С. Антиоксидантная терапия: современное состояние, возможности и перспективы. Биорадикалы и антиоксиданты. 2018; 5(1): 5–23.
- Миняйло Л.А., Корчина Т.Я., Корчин В.И. Корреляционные связи между содержанием химических элементов в волосах у жителей Нягани и Нефтеюганска и их концентрацией в питьевой воде. Медицинская наука и образование Урала. 2019; 3: 19–24.
- Онищенко Г.Г. Государственная политика по укреплению здоровья российской нации. Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер. Мед.-биол. науки. 2016; 4: 76–83.
- 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.
- Степанов Н.А., Заводова Е.И. Характеристика влияния качественного состава питьевой воды на здоровье человека. Гигиена труда и медицинская экология. 2015; 3: 207–212.
- Сюрин С.А., Ковшов А.А. Условия труда и риск профессиональной патологии на предприятиях Арктической зоны Российской Федерации. Экология человека. 2019; 10: 15–23. DOI: 10.33396/1728-0869-2019-10-15-23.
- Цунина Н.М., Жернов Ю.В. Оценка риска здоровью населения г. Самары, связанного с химическим загрязнением питьевой воды. Здоровье населения и среда обитания. 2018; 11(308): 22–26.
- Шамов И.А., Гасанова П.О. Железо, абсорбция, транспорт. Вестник гематологии. 2016; 12(1): 31–38.
- Якубова И.Ш., Мельцер А.В., Ерастова Н.В. Гигиеническая оценка обеспечения населения Санкт-Петербурга безопасной, безвредной и физиологически полноценной питьевой водой. Гигиена и санитария. 2015; 94(4): 21–25.
- Allaire M., Wu H., Lall U. National trends in drinking water quality violations. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2018; 115(9): 2078–2083. DOI: 10.1073/pnas.1719805115

- Barbagallo M., Belvedere M., Dominguez L.J. Magnesium homeostasis and aging. *Magnesium Research*. 2009; 22 (4): 235-246.
- Bjorklund G., Chartrand M. S., Aaseth J. Manganese exposure and neurotoxic effects in children. *Environmental Res*. 2017; 155: 380-384.
- Cherbuin N., Kumar R., Sachdev P.S., Anstey K.J. Dietary mineral intake and risk of mild cognitive impairment: the PATH through life project. *Front Aging Neurosci*. 2014; 6(4): 1-8.
- Ding Z., Hu X. Ecological and human health risks from metal(loid)s in peri-urban soil in Nanjing, China. *Environ Geochem Health*. 2014; 36: 399-408.
- Eggers M.J., Doyle J.T., Lefthand M.J., Young S.L., Moore-Nall A.L., Kindness A.K. Camper Community Engaged Cumulative Risk Assessment of Exposure to Inorganic Well Water Contaminants, Crow Reservation, Montana. *International journal of environmental research and public health*. 2018; 15(1): 76.
- Gammoh N.Z., Rink L. Zinc in Infection and Inflammation. *Nutrients*. 2017; 17: 9-60.
- Grabeklis A.R., Skalny A.V., Mazaletskaya A.L., Skalnaya M.G., Tinkov A.A., Zhegalova I.V., Skalnaya A.A., Notova S.V. Hair mineral and trace element content in children with down's syndrome. *Biological Trace Element Research*. 2019; 188(1): 230-238.
- Farias A.C., Cunha A., Benko C.R. Manganese in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: relationship with methylphenidate exposure. *J. Child. Adol. Psychop*. 2010; 20(2): 113-118.
- Fischer V., Haffner-Luntzer M., Amling M. Calcium and vitamin D in bone fracture healing and post-traumatic bone turnover. *Eur. Cell. Mater*. 2018; 35: 365-385.
- Gröber U., Schmidt J., Kisters K. Magnesium in Prevention and Therapy. *Nutrients*. 2015; 7(9): 8199-226.
- Holick M.F. The vitamin D deficiency pandemic: approaches for diagnosis, treatment and prevention. *Rev. Endocr. Metab. Disord*. 2017; 18: 153-165.
- Ito M., Tanaka S. Bone disorder and nutrition. *Clin. Calcium*. 2016; 26(3): 375-383.
- Jolliffe D.A., Hanifa Y., Witt D., Venton T.R., Rowe M., Timms P.M. Environmental and genetic determinants of vitamin D status among older adults in London, UK. *Steroid Biochem. Mol. Biol*. 2016; 164: 30-35.
- Jursa T., Stein C.R., Smith D.R. Determinants of Hair Manganese, Lead, Cadmium and Arsenic Levels in Environmentally Exposed Children. *Toxics*. 2018; 6: 19. DOI:10.3390/toxics6020019.
- Knasmuller S., Nerseyan A., Misik M. Use of conventional and omics based methods for health claims of dietary antioxidants: a critical overview. *Br. J. Nutr*. 2008; 99(1): ES3-52.
- Kirri K., Iso H., Date C. C. Magnesium intake risk of self-reported type 2 diabetes among Japanese. *J. Am. Coll. Nutr*. 2010; 29(2): 99-106.
- Kue T., Makinen T. The health of Arctic populations: Does cold matter? *American Journal of Human Biology*. 2010; 22: 129-133.
- Kusano C., Ferrari B. Total antioxidant capacity: a biomarker in biomedical and nutritional studies. *Journal of cell and molecular biology*. 2008; 7: 1-15.
- Martinez de Victoria E. Calcium, essential for health. *Nutr. Hosp*. 2016; 12(33): 341.
- Murphy E., Williams D. Hypocalcaemia. *Medicine*. 2009; 37(9): 465-468.
- 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.
- Notova S.V., Kiyayeva E.V., Radysh I.V., Laryushina I.E., Blagonravov M.L. Elemental status of students with different levels of adaptation. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2017; 163(5): 590-593.
- Penke L., Hernández M.C., Maniega S., Gow A.J., Murray C., Starr J.M., Bastin M.E., Deary I.J., Wardlaw J.M. Brain iron deposits are associated with general cognitive ability and cognitive aging. *Neurobiol. Aging*. 2012; 33(3): 510-517.
- 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.
- Valko M., Morris H., Cronin M.T.D. Metal, toxicity and oxidative stress. *Current medical chemistry*. 2005; 12: 1161-1208.

ELEMENTS OF THE STATUS OF FERTILIZED WOMEN LIVING IN THE NORTH OF TYUMEN REGION

T.Ya. Korchina, V.I. Korchin, V.V. Lapenko

Khanty-Mansiysk State Medical Academy,
Mira str. 40, Khanty-Mansiysk, 628011, Russia

ABSTRACT. The Yamalo-Nenets Autonomous Okrug (YNAO), which is part of the Arctic zone of the Russian Federation, is located in the north of the Tyumen region. The Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug (KhMAO) is located to the southwest of it. The okrugs are Russia's strategic energy resource base. The climate of the YNAO is extreme, while the KhMAO is relatively acceptable. The impact on the body of unfavorable climatic and ecological factors provokes the development of oxidative stress. The enzymatic link of the antioxidant system includes trace elements Zn, Cu, Se, deficiency of Ca and Mg in the body increases susceptibility to oxidative stress, and excessive accumulation of Fe

and Mn potentiates its development. Objective: to study the content of Fe, Mn, Ca, Mg, Cu, Zn, Se in the hair of women of fertile age living in the north of the Tyumen region. 108 women (18–44 years old) were examined: 43 lived in the YNAO, and 65 in the KhMAO. The concentration of trace elements in the hair was determined by inductively coupled plasma mass spectrometry. In women of the YNAO, the excess accumulation of Fe and Mn is more than 2 times more common. Significantly lower levels of concentration in the hair Zn ($p = 0,018$), Se ($p = 0,008$), Ca ($p = 0,050$) in women of the YNAO were revealed in comparison with similar indicators in the examined persons of the KhMAO. In order to form a healthy generation of the country, women of fertile age living in the northern regions of the Russia, after the elemental analysis of hair, need to correct the elemental status point wise with the help of special monopreparations containing the appropriate trace elements and food products enriched with them.

KEYWORDS: Arctic, chemical elements, oxidative stress, trace elements-antioxidants.

REFERENCES

- Avtsyn A.P., Zhavoronkov A.A., Rish M.A., Strochkova L.S. Human microelementosis: etiology, classification, organopathology. *Medicine*, 1991: 496. (in Russ.)
- Belopukhov S.L. *Environmental chemistry*. Prospect, 2016: 241. (in Russ.)
- Gorbanev S.A., Fedorov V.N., Tikhonova N.A. On the state and improvement of sanitary and epidemic welfare management in the Arctic zone of the Russian Federation. *Human ecology*. 2019; 10: 4-14. DOI: 10.33396 / 1728-0869-2019-10-4-14. (in Russ.)
- Gorbachov A.L. Elemental status of the population in connection with the chemical composition of drinking water *Microelements in medicine*. 2006; 7(2): 11–24. (in Russ.)
- Gromova, O.A. Torshin I.Yu. Vitamin D - a paradigm shift. Eds. acad. RAS E.I. Gusev, prof. I.N. Zakharova. GEOTAR-Media. 2017: 576. (in Russ.)
- Egorova N.A., Kanatnikova N.V. Influence of iron in drinking water on the morbidity of the population of Orel. *Hygiene and sanitation*. 2017; 96(11): 1049–1053. (in Russ.)
- Kerimov A.A., Alieva N.R. Diagnostic issues and values of magnesium levels in the human body. *Biomedicine*. 2016; 4: 8–12. (in Russ.)
- Kovshov A.A., Novikova Yu.A., Fedorov V.N., Tikhonova N.A. Assessment of the risk of health disorders associated with drinking water quality in urban districts of the Arctic zone of the Russian Federation. *Bulletin of the Ural Medical Academic Science*. 2019; 16(2): 215–222. DOI: 10.22138 / 2500-0918-2019-16-2-215-222. (in Russ.)
- Korchin V.I., Makaeva Yu.S., Korchina T.Ya., Lapenko I.V., Grebenyuk V.N. Bioelement markers of antioxidant status in drivers and workers of gas stations in the northern region. *Human ecology*. 2016; 6: 9–14. (in Russ.)
- Korchina T.Ya. System analysis of the parameters of the vector of the state of the human body living in the urbanized North (on the example of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra): Diss. ... doct. honey. sciences. Surgut. 2009: 332. (in Russ.)
- Korchina T.Ya., Minyaylo L.A., Korchin V.I., Safarova O.A. Comparative indicators of the content of iron and manganese in the hair of women in the northern region with different purification of drinking water. *Human ecology*. 2018; 4: 6-11. (in Russ.)
- Kurbatov A.V., Amlaev K.R., Muravyova K.A. The current state of the problem of inequality in health: environmental, gender, economic aspects (review). *Bulletin of the Stavropol State University*. 2011; 3: 24-30. (in Russ.)
- Lukina E.A., Denezhkova A.V. Iron metabolism in health and disease. *Clinical hematology oncology*. 2015; 8 (4): 355–361. (in Russ.)
- Mazunina D.L. Negative effects of manganese in chronic intake with drinking water. *Human ecology*. 2015; 3: 25–31. (in Russ.)
- Maylyan D.E., Kolomiets V.V. The role of magnesium deficiency in the pathogenesis of cardiovascular diseases: current state of the problem. *Russian journal of cardiology*. 2017; 6(146): 167–172. (in Russ.)
- Martusevich A.K., Karuzin K.A., Samoilov A.S. Antioxidant therapy: current state, opportunities and prospects. *Bioradicals and antioxidants*. 2018; 5(1): 5–23. (in Russ.)
- Minyaylo L.A., Korchina T.Ya., Correlation links between the content of chemical elements in the hair of residents of Nyagan and Nefteyugansk and their concentration in drinking water. *Medical Science and Education of the Urals*. 2019; 3: 19–24. (in Russ.)
- Onishchenko G.G. State policy for strengthening the health of the Russian nation. *Vestn. North. (Arctic) Feder. un-that. Ser. Med.-Biol. Science*. 2016; 4: 76–83. (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. (in Russ.)
- Stepanov N.A., Zavodova E.I. Characteristics of the influence of the qualitative composition of drinking water on human health. *Occupational hygiene and medical ecology*. 2015; 3: 207–212. (in Russ.)
- Syurin S.A., Kovshov A.A. Working conditions and the risk of occupational pathology at the enterprises of the Arctic zone of the Russian Federation. *Human ecology*. 2019; 10: 15–23. DOI: 10.33396 / 1728-0869-2019-10-15-23. (in Russ.)
- Tsunina N.M., Zhernov Yu.V. Assessment of the health risk of the population of Samara associated with chemical contamination of drinking water. *Public health and habitat*. 2018; 11(308): 22–26. (in Russ.)
- Shamov I.A., Hasanova P.O. Iron, absorption, transport. *Hematology Bulletin*. 2016; 12(1): 31–38. (in Russ.)
- Yakubova I.Sh., Meltser A.V., Erastova N.V. Hygienic assessment of providing the population of St. Petersburg with safe, harmless and physiologically high-grade drinking water. *Hygiene and sanitation*. 2015; 94(4): 21–25. (in Russ.)

- Allaire M., Wu H., Lall U. National trends in drinking water quality violations. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2018; 115(9): 2078–2083. DOI: 10.1073/pnas.1719805115
- Barbagallo M., Belvedere M., Dominguez L.J. Magnesium homeostasis and aging. *Magnesium Research*. 2009; 22 (4): 235-246.
- Bjorklund G., Chartrand M. S., Aaseth J. Manganese exposure and neurotoxic effects in children. *Environmental Res*. 2017; 155: 380–384.
- Cherbuin N., Kumar R., Sachdev P.S., Anstey K.J. Dietary mineral intake and risk of mild cognitive impairment: the PATH through life project. *Front Aging Neurosci*. 2014; 6(4): 1–8.
- Ding Z., Hu X. Ecological and human health risks from metal(loid)s in peri-urban soil in Nanjing, China. *Environ Geochem Health*. 2014; 36: 399–408.
- Eggers M.J., Doyle J.T., Lefthand M.J., Young S.L., Moore-Nall A.L., Kindness A.K. Camper Community Engaged Cumulative Risk Assessment of Exposure to Inorganic Well Water Contaminants, Crow Reservation, Montana. *International journal of environmental research and public health*. 2018; 15(1): 76.
- Gammoh N.Z., Rink L. Zinc in Infection and Inflammation. *Nutrients*. 2017; 17: 9–60.
- Grabeklis A.R., Skalny A.V., Mazaletskaia A.L., Skalnaya M.G., Tinkov A.A., Zhegalova I.V., Skalnaya A.A., Notova S.V. Hair mineral and trace element content in children with down's syndrome. *Biological Trace Element Research*. 2019; 188(1): 230–238.
- Farias A.C., Cunha A., Benko C.R. Manganese in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: relationship with methylphenidate exposure. *J. Child. Adol. Psychop*. 2010; 20(2): 113–118.
- Fischer V., Haffner-Luntzer M., Amling M. Calcium and vitamin D in bone fracture healing and post-traumatic bone turnover. *Eur. Cell. Mater*. 2018; 35: 365–385.
- Gröber U., Schmidt J., Kisters K. Magnesium in Prevention and Therapy. *Nutrients*. 2015; 7(9): 8199–226.
- Holick M.F. The vitamin D deficiency pandemic: approaches for diagnosis, treatment and prevention. *Rev. Endocr. Metab. Disord*. 2017; 18: 153–165.
- Ito M., Tanaka S. Bone disorder and nutrition. *Clin. Calcium*. 2016; 26(3): 375–383.
- Jolliffe D.A., Hanifa Y., Witt D., Venton T.R., Rowe M., Timms P.M. Environmental and genetic determinants of vitamin D status among older adults in London, UK. *Steroid Biochem. Mol. Biol*. 2016; 164: 30–35.
- Jursa T., Stein C.R., Smith D.R. Determinants of Hair Manganese, Lead, Cadmium and Arsenic Levels in Environmentally Exposed Children. *Toxics*. 2018; 6: 19. DOI:10.3390/toxics6020019.
- Knasmuller S., Nerseyan A., Misik M. Use of conventional and omics based methods for health claims of dietary antioxidants: a critical overview. *Br. J. Nutr*. 2008; 99(1): ES3-52.
- Kirii K., Iso H., Date C. C. Magnesium intake risk of self-reported type 2 diabetes among Japanese. *J. Am. Coll. Nutr*. 2010; 29(2): 99–106.
- Kue T., Makinen T. The health of Arctic populations: Does cold matter? *American Journal of Human Biology*. 2010; 22: 129–133.
- Kusano C., Ferrari B. Total antioxidant capacity: a biomarker in biomedical and nutritional studies. *Journal of cell and molecular biology*. 2008; 7: 1–15.
- Martinez de Victoria E. Calcium, essential for health. *Nutr. Hosp*. 2016; 12(33): 341.
- Murphy E., Williams D. Hypocalcaemia. *Medicine*. 2009; 37(9): 465–468.
- 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.
- Notova S.V., Kiyayeva E.V., Radysh I.V., Laryushina I.E., Blagonravov M.L. Elemental status of students with different levels of adaptation. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2017; 163(5): 590–593.
- Penke L., Hernández M.C., Maniega S., Gow A.J., Murray C., Starr J.M., Bastin M.E., Deary I.J., Wardlaw J.M. Brain iron deposits are associated with general cognitive ability and cognitive aging. *Neurobiol. Aging*. 2012; 33(3): 510–517.
- 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.
- Valko M., Morris H., Cronin M.T.D. Metal, toxicity and oxidative stress. *Current medical chemistry*. 2005; 12: 1161–1208.