

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ
В ВОЛОСАХ ЖЕНЩИН ФЕРТИЛЬНОГО ВОЗРАСТА,
ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ЗОБНОЙ ЭНДЕМИИ****Е.М. Степанова**НИЦ «Арктика» ДВО РАН,
Российская Федерация, 685000, г. Магадан, пр-кт Карла Маркса, д. 24

РЕЗЮМЕ. Женщины фертильного (детородного) возраста, как и дети младших возрастов, – основной демографический потенциал страны и в то же время наиболее уязвимые группы населения. Актуальность изучения элементного статуса женщин фертильного возраста обусловлена важностью проблемы формирования здорового поколения страны.

Цель исследования – изучение содержания химических элементов в волосах у женщин фертильного возраста, проживающих в г. Магадане, в сравнении с аналогичными показателями Тюменской области и референтными значениями.

Материалы и методы. Методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргонной плазмой определены концентрации 25 химических элементов (Al, As, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, I, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, V, Zn) у 25 условно здоровых женщин, находящихся в возрасте наивысшей репродуктивной активности 20–34 лет (средний возраст $27,28 \pm 0,23$ года).

Результаты. Выявлен выраженный дефицит тиреоспецифических элементов: меди (72%), кальция (40%), магния и цинка (по 24%), кобальта и марганца (по 20%), йода и селена (по 12%). Избыток химических элементов выражен слабо, что говорит об относительном экологическом благополучии региона и подтверждает тезис о формировании у жителей «северного дефицита» химических элементов в организме. Такие химические элементы, как мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, калий, литий, никель и свинец не имели отклонений от границ нормы.

Выводы. Для предупреждения формирования патологических состояний щитовидной железы с сопутствующим нарушением репродуктивной функции у молодых женщин, проживающих в северных регионах России, рекомендуется превентивно проходить обследование на содержание в организме эссенциальных макро- и микроэлементов. В случае выявленного дисбаланса необходимо адресно корректировать элементный статус с помощью добавок макро- и микроэлементов и обогащенных ими пищевых продуктов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: макро- и микроэлементы, дисбаланс, зобная эндемия, женщины, север.

Для цитирования: Степанова Е.М. Сравнительный анализ содержания химических элементов в волосах женщин фертильного возраста, проживающих в условиях зобной эндемии. Микроэлементы в медицине. 2025;26(1):23–30. DOI: 10.19112/2413-6174-2025-26-1-23-30.

ВВЕДЕНИЕ

Женщины фертильного (детородного) возраста, как и дети младших возрастов, – основной демографический потенциал страны и в то же время наиболее уязвимые группы населения (Авцын, 1990; Сенькевич и др., 2007). Мероприятия по сохранению здоровья женского населения в северных регионах, которые в силу своей природно-климатической специфики классифицируются как средне- и малоблагоприятные для жизнедеятельности человека, требуют особого внимания (Вершубская и др., 2009).

Актуальной проблемой на территории Магаданской области является зобная эндемия (Горбачев и др., 2004; Максимов и др., 2005), которая рассматривается как проявление региональных биогеохимических дезадаптаций, где основная роль в развитии гиперплазии отводится воздействию экологических стромогенов и дисбалансу макро- и микроэлементов (Терещенко и др., 2004; Фархутдинова и др., 2006; Серикбаева и др., 2019).

Избыток или дефицит некоторых эссенциальных микроэлементов: селена, кобальта, меди,

* Адрес для переписки:

Степанова Евгения Михайловна
E-mail: at-evgenia@mail.ru

марганца, железа, цинка, препятствует усвоению йода, что приводит к нарушению синтеза и обмена тиреоидных гормонов (Santos et al., 2018; Серикбаева и др., 2019; Rayman et al., 2019; Ihnatowicz et al., 2020; Шарипова и др., 2022; Köhrle et al., 2023; Wróblewski et al., 2023). В свою очередь, дефицит тиреоидных гормонов приводит к выраженным изменениям синтеза, транспорта и периферических эффектов половых гормонов. При длительном дефиците гормонов щитовидной железы повышается уровень пролактина, что впоследствии приводит к бесплодию, обусловленному хронической ановуляцией, нарушаются процессы метаболизма эстрогенов, в частности переход эстрадиола в эстрон. Все это может вызывать изменения менструального цикла, бесплодие, прерывание беременности (Семенова, 2004). В этой связи актуальность изучения элементного статуса женщин фертильного возраста обусловлена важностью проблемы формирования здорового поколения страны (Онищенко, 2016; Корчина и др., 2021).

Цель работы – определение и анализ содержания макро- и микроэлементов в волосах у женщин фертильного возраста, проживающих в северных зобноэндемичных регионах.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Группа обследуемых лиц была сформирована по принципу «максимального соматического здоровья», и включала в себя 25 женщин фертильного возраста, проживающих в г. Магадане, согласно современной классификации возрастных категорий (Рахматова и др., 2018), находящихся в возрасте наивысшей репродуктивной активности 20–34 лет (средний возраст $27,28 \pm 0,23$ года).

Критериями исключения из исследования являлись: эндокринные и гинекологические заболевания, обострение хронических заболеваний, прием гормональных контрацептивов, лекарственных средств, влияющих на функцию щитовидной железы, моно- или комплексных биологически активных добавок к пище с содержанием макро- и/или микроэлементов.

Протокол обследования одобрен комиссией по биоэтике ФГБУН «Институт биологических проблем Севера Дальневосточного отделения РАН» (этический протокол № 001/020). Исследование проведено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации (2013), Федеральным законом от 21.11.2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федера-

ции», Федеральным законом от 27.07.2006 г. № 152-ФЗ «О персональных данных». У всех обследуемых получено письменное информированное добровольное согласие на участие в исследовании.

Взятие волос осуществляли на базе Научно-исследовательского центра «Арктика» Дальневосточного отделения РАН. Волосы состригали с затылочной части головы на всю длину в количестве не менее 0,1 г. В образцах волос оценивали содержание 25 макро- и микроэлементов: алюминия (Al), мышьяка (As), бериллия (Be), кальция (Ca), кадмия (Cd), кобальта (Co), хрома (Cr), меди (Cu), железа (Fe), ртути (Hg), йода (I), калия (K), лития (Li), магния (Mg), марганца (Mn), молибдена (Mo), натрия (Na), никеля (Ni), фосфора (P), свинца (Pb), селена (Se), кремния (Si), олова (Sn), ванадия (V), цинка (Zn). Аналитическое исследование проводили методами атомной эмиссионной спектрометрии (АЭС-ИСП) и масс-спектрометрии (МС-ИСП) с индуктивно связанной аргонной плазмой, согласно МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03, на приборах «Optima 2000 DV» и «NexION 300D» (Perkin Elmer, США) в ООО «Микронутриенты» (Москва).

Статистическую обработку полученных данных выполняли с использованием IBMSPSS Statistics 21.0 (США). Параметры описательной статистики для количественных показателей приведены в виде средней арифметической вариационной величины ряда (M) и ошибки средней (m), медианы (Me); в качестве мер рассеивания величин применяли 25-й и 75-й процентиля; критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05.

При оценке полученных величин содержания макро- и микроэлементов в волосах использовали диапазоны, предлагаемые А.В. Скальным и соавт., как соответствующие средним значениям концентрации химических элементов в популяции (референтным значениям) в качестве верхней и нижней границ физиологической нормы (Скальный, 2003; Skalny et al., 2015), и региональные показатели содержания макро- и микроэлементов в организме жителей г. Магадана (Луговая и др., 2019). Полученные данные о содержании в волосах Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Se, Zn сравнивали с сопоставимыми значениями концентраций элементов в волосах у женщин фертильного возраста, проживающих на севере Тюменской области (Корчина и др., 2021).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Статистические показатели содержания химических элементов в волосах женщин фертильного возраста, проживающих в г. Магадане, представлены в таблице.

Анализ полученных значений концентраций позволил выявить в организме молодых женщин элементный дисбаланс «северного» типа с выраженным дефицитом основных эссенциальных элементов – Ca, Co, Mg, Se. Медиана концентрации в волосах Ca, Mg, Na оказалась ниже среднероссийских референтных значений concentra-

ций химических элементов в волосах (Скальный, 2003; Skalny et al., 2015), но соответствовала региональным показателям в организме женщин сопоставимого возраста, проживающих в г. Магадане (Луговая и др., 2019).

Содержание эссенциальных микроэлементов Co, Cr, V отличалось от среднероссийских и региональных показателей в сторону более низких медианных величин концентраций, Se – ниже 25-го перцентиля среднероссийского нормативного диапазона концентраций и на верхней границе 75-го перцентиля регионального диапазона.

Таблица. Содержание химических элементов в волосах женщин фертильного возраста, проживающих в г. Магадане в сравнении с аналогичными показателями у женщин Тюменской области (Корчина и др., 2021), мкг/г

Эле- мент	Референтные значения (p25; p75)		Наши данные			Данные Корчиной с соавт., 2021			
	Скальный	Региональный диапазон				ЯНАО		ХМАО	
				$M \pm m$	Me	p25; p75	Me	p25; p75	Me
Макроэлементы									
Ca	494; 1619	257,36; 761,49	621,68±168,47	272,0	174; 594	689	268; 1156	862	354; 1312
K	29; 159	17,09; 76,84	332,16±32,64	300	212; 413	Нет данных			
Mg	39; 137	21,34; 68,27	77,04±20,32	37	28; 65	127	59; 398	163	65; 431
Na	73; 331	40,65; 184,43	139,04±30,98	59	39; 168	Нет данных			
P	135; 181	137,35; 165,73	170,88±7,04	170	146; 192	Нет данных			
Эссенциальные и условно эссенциальные микроэлементы									
As	0,00; 0,56	0,04; 0,06	0,13±0,01	0,13	0,10; 0,16	Нет данных			
Be	0,00; 0,01	0,00; 0,00	0,0011±0,0002	0,0007	0,0005; 0,0012	Нет данных			
Co	0,04; 0,16	0,01; 0,02	0,011±0,003	0,005	0,004; 0,012	Нет данных			
Cu	9; 14	8,46; 11,55	9,10±0,56	9,20	7,80; 11,00	17,6	7,6; 28,5	19,6	8,2; 35,1
Cr	0,32; 0,96	0,23; 0,53	0,12±0,03	0,09	0,07; 0,11	Нет данных			
Fe	11; 24	14,21; 29,69	34,47±52,07	17	13; 26	23,5	18,7; 59,2	18,7	15,5; 48,7
I	Нет данных	0,30; 1,05	0,93±0,16	0,69	0,26; 1,26	Нет данных			
Li	0,00; 0,02	0,01; 0,02	0,024±0,003	0,020	0,014; 0,031	Нет данных			
Mn	0,32; 1,13	0,43; 1,66	0,81±0,16	0,42	0,31; 1,14	1,8	0,7; 3,8	1,7	0,6; 2,9
Mo	Нет данных	Нет данных	0,031±0,002	0,028	0,025; 0,038	Нет данных			
Ni	0,14; 0,53	0,11; 0,31	0,21±0,03	0,15	0,12; 0,25	Нет данных			
Se	0,69; 2,20	0,26; 0,48	0,45±0,04	0,45	0,32; 0,57	0,4	0,099; 0,7	0,42	0,14; 0,92
Si	11; 37	17,40; 46,15	18,76±0,50	18	18; 20	Нет данных			
V	Нет данных	0,02; 0,08	0,014±0,003	0,010	0,008; 0,013	Нет данных			
Zn	155; 206	154,52; 211,68	234,80±37,25	183	153; 225	194	147; 259	257	165; 382
Токсичные элементы									
Al	6; 18	4,37; 13,82	5,95±1,65	3,90	2,80; 5,40	Нет данных			
Cd	0,02; 0,12	0,00; 0,02	0,004±0,001	0,003	0,002; 0,005	Нет данных			
Hg	Нет данных	0,30; 0,67	0,32±0,05	0,21	0,15; 0,39	Нет данных			
Sn	Нет данных	0,04; 0,20	0,19±0,06	0,05	0,02; 0,11	Нет данных			
Pb	0,38; 1,40	0,09; 0,33	0,08±0,02	0,04	0,03; 0,09	Нет данных			

Медиана концентрации токсичных элементов Al, Cd, Pb была значительно ниже 25-го процентиля среднероссийского процентильного коридора, что может свидетельствовать об экологическом благополучии региона.

Важнейшими химическими элементами в процессах функционирования щитовидной железы, биосинтезе и секреции йодсодержащих гормонов являются I, Se, Fe, Ca, Co, Cu, Zn, Mg, Mn (Contempre et al., 1992; Zimmermann, 2006; Zimmermann et al., 2015; Veltri et al., 2016; El-Fadeli et al., 2016; Теплова и др., 2017; Chaker et al., 2017; Santos et al., 2018; Rayman et al., 2019; Ihnatowicz et al., 2020; Шарипов и др., 2022; Qing Zhou et al., 2022).

У населения Севера отмечается выраженный дефицит минеральных веществ, в первую очередь Ca, дефицит которого достигает на отдельных северных территориях 100%. Данная ситуация обусловлена с одной стороны употреблением ультрапресной питьевой воды с низким содержанием доступного кальция, с другой стороны – нарушением процессов его обмена в организме из-за гипоинсоляционного дефицита витамина D (Ананьева и др., 1990; Тутельян, 1996; Горбачев, 2006; Горбачев и др., 2007; Корчина, 2008; Горбачев и др., 2012; Луговая и др., 2016; Громова и др., 2017; Holick, 2017; Fischer et al., 2018; Серикбаева и др., 2019; Корчина и др., 2021; Степанова и др., 2023). Дефицит Ca выявлен в волосах у 40% женщин, что в 3,4 раза больше частоты дефицита этого элемента у женщин Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО), и в 6,5 раза больше частоты дефицита у женщин Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО). Концентрация Ca по величине среднего арифметического в волосах женщин г. Магадана оказалась ниже в 1,4 раза, по значению медианы – в 2,5 раза по сравнению с женщинами ЯНАО, в 1,6 и 3,2 раза соответственно по сравнению с женщинами ХМАО.

Дефицит Mg отмечен в волосах у 24% женщин, что в 2,6 раза больше частоты дефицита у женщин ЯНАО и в 5,2 раза – у женщин ХМАО. По величине среднего арифметического и медианы показатель по г. Магадану оказался ниже соответственно в 2 и 3,4 раза, чем в ЯНАО, в 2,3 и 4,4 раза, чем в ХМАО.

У 72% женщин выявлен дефицит Cu разной степени выраженности, что в 5 раза больше частоты выявленного дефицита этого элемента у женщин из ЯНАО и в 48 раз – чем в ХМАО. Зна-

чение среднего арифметического концентрации элемента в волосах у женщин г. Магадана меньше аналогичного значения в ЯНАО в 2,2 раза, в ХМАО – 2,6 раза, медианное значение – в 1,9 и 2,1 раза соответственно.

Дефицит Fe не выявлен. Статистические показатели содержания элемента в волосах жительниц г. Магадана отличались от показателей у женщин на Тюменском севере в большую сторону. Так, среднее значение по выборке из г. Магадана в 1,2 раза больше, чем у женщин ЯНАО и в 1,5 раза – по сравнению с женщинами из ХМАО, однако медианное значение, напротив, ниже в 1,4 и 1,1 раза соответственно.

У 20% женщин обнаружен дефицит Mn, в волосах женщин ЯНАО и ХМАО дефицита элемента выявлено не было. Среднее арифметическое концентрации элемента в волосах у женщин г. Магадана ниже аналогичного значения в ЯНАО в 2,3 раза, в ХМАО – 2,2 раза, значение медианы – в 4,3 и 4 раза соответственно.

В волосах у 12% женщин выявлен дефицит Se, что отличается от частоты выявленного дефицита на Тюменском севере: в 2,7 раза меньше, чем в ЯНАО и схож с частотой дефицита элемента у женщин в ХМАО. Значения среднего арифметического и медианы концентрации элемента соотносимы у женщин г. Магадана, ЯНАО и ХМАО.

Дефицит Zn обнаружен в волосах у 24% женщин, что больше аналогичного показателя в группе женщин из ЯНАО в 1,3 раза, из ХМАО – в 3,1 раза. Среднее арифметическое концентрации элемента в волосах у женщин г. Магадана выше аналогичного значения в ЯНАО в 1,1 раза, и ниже, чем в ХМАО – в 1,2 раза, значение медианы – ниже в 1,1 и 1,4 раза соответственно.

Дефицит Co и I выявлен у 20 и 12% женщин г. Магадана соответственно. При этом среднее арифметическое и медиана концентрации I соответствовали региональным показателям содержания макро- и микроэлементов в организме жителей г. Магадана, Co – ниже нижней границы среднероссийского и регионального референсного диапазона.

ВЫВОДЫ

1. Элементный «портрет» обследованных женщин характеризуется дефицитом эссенциальных Ca, Co, Mg, Se, что отражает в целом региональную северную «норму». Данные элементы являются тиреоспецифическими, что определяет

их ключевую роль в формировании зубной эндемии на территории Магаданской области.

2. Сравнение полученных данных о содержании в волосах молодых женщин Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Se, Zn с аналогичными данными в северных регионах Тюменской области позволяют заключить, что частоты выявленного дефицита выше у женщин г. Магадана;

3. Для предупреждения формирования в среде молодых женщин, проживающих в северных регионах России, патологических состояний щитовидной железы с сопутствующим нарушением репродуктивной функции рекомендуется профилактически превентивно проходить обследование на содержание в организме эссенциаль-

ных макро- и микроэлементов, и в случае выявленных дефицитов адресно корректировать элементный статус с помощью добавок макро- и микроэлементов, и обогащенных ими пищевых продуктов.

Источник финансирования

Исследование выполнено в рамках выполнения государственного задания НИЦ «Арктика» ДВО РАН.

Funding

The study was carried out within the framework of the state assignment of the Arctic Research Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences.

ЛИТЕРАТУРА

- Авцын А.П. Недостаточность эссенциальных микроэлементов и ее проявление в патологии. Архив патологии. 1990; 52(3): 3–6.
- Ананьева Г.В., Остроушко А.Г., Поступаев В.В. Социально-экономическое развитие и здоровье малочисленных народов Севера. 1990; 9–11.
- Вершубская Г.Г., Козлов А.И., Козловская А.В., Шкарабурова Е.Д., Бойко Е.Р. Репродуктивное поведение женщин и размеры тела новорожденных Европейского Севера, Урала и Сибири. Экология человека. 2009; 4: 35–40.
- Горбачев А.Л. Элементный статус населения в связи с химическим составом питьевой воды. Микроэлементы в медицине. 2006; 7(2): 11–24.
- Горбачев А.Л., Добродеева Л.К., Теддер Ю.Р., Шацова Е.Н. Биогеохимическая характеристика северных регионов. Микроэлементный статус населения Архангельской области и прогноз развития эндемических заболеваний. Экология человека. 2007; 1: 4–11.
- Горбачев А.Л., Ефимова А.В., Луговая Е.А. Эндемический зоб у детей г. Магадана. Эпидемиология, экологические факторы. Магадан: Изд-во СМУ. 2004: 106.
- Горбачев А.Л., Луговая Е.А., Атласова Е.М. Химический состав питьевой воды г. Магадана и здоровье населения. Научный медицинский вестник Югры. 2012; 1-2: 201–203.
- 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.
- Корчина Т.Я. Корреляционные связи между концентрацией химических элементов в волосах аборигенов Тюменского севера и их содержанием в природных водах региона. Вестник восстановительной медицины. 2008; (5): 38–41.
- Корчина Т.Я., Корчин В.И., Лапенко В.В. Элементный статус женщин фертильного возраста, проживающих на севере Тюменской области. Микроэлементы в медицине. 2021; 22(5): 50–58. DOI: 10.19112/2413-6174-2021-22-50-58.
- Луговая Е.А., Степанова Е.М. Особенности состава питьевой воды г. Магадана и здоровье населения. Гигиена и санитария. 2016; 95(3): 241–246.
- Луговая Е.А., Степанова Е.М. Региональные показатели содержания макро- и микроэлементов в организме жителей г. Магадана: научно-практические рекомендации. НИЦ «Арктика» ДВО РАН. Магадан: Типография «Экспресс-полиграфия»: ИП Чингилян, 2019: 27.
- Максимов А.Л., Горбачев А.Л., Ефимова А.В., Курьянов А.В. Инварианты морфометрической нормы щитовидной железы у взрослого населения Магаданского региона. Науч.-практ. рекомендации. Магадан: МНИЦ «Арктика» СВНЦ ДВО РАН. 2000: 51.
- Онищенко Г.Г. Государственная политика по укреплению здоровья российской нации. Экология человека 2016; 11: 59–64.
- Рахматова Д., Кароматов И.Д. Фитотерапия в профилактике и лечении предменструального синдрома. Биология и интегративная медицина. 2018; 11(28): 93–104.
- Семенова И.Н. Функциональное значение щитовидной железы. Успехи физиологических наук. 2004; 32(2): 41–56.

Сенькевич О.А., Сиротина З.В., Ковальский Ю.Г., Цыганова И.В., Бердников Н.В., Авдеев Д.В., Зазулина В.Е. Содержание эссенциальных микроэлементов в волосах здоровых новорожденных детей и их матерей. Дальневосточный медицинский журнал. 2007; 1: 69–72.

Серикбаева А.А., Турмухамбетова А.А., Досмагамбетова Р.С., Щербакова Л.В., Рымар О.Д. Комплексная оценка элементного статуса у женщин репродуктивного возраста с гипотиреозом, проживающих в зонах Приаралья Республики Казахстан. Медицинский Совет. 2019; 21: 260–266. DOI: 10.21518/2079-701X-2019-21-260-266

Скальный А.В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС. Микроэлементы в медицине. 2003; 4 (1): 55–56.

Степанова Е.М., Луговая Е.А. Содержание химических элементов в водопроводной воде и воде из родниковых питьевых источников разных районов Магаданской области. Химия в интересах устойчивого развития. 2023; 31: 118–125. DOI: 10.15372/KhUR2023446

Теплова Л.В., Еремеева А.В., Байкова О.А., Суворова Н.А. Ревматические проявления гипотиреоза. Современная ревматология. 2017; 11(2): 47–53. DOI: 10.14412/1996-7012-2017-2-47-53

Терещенко И.В., Голдырева Т.П., Бронников В.И. Микроэлементы и эндемический зоб. Клиническая медицина. 2004; 82(1): 62–69.

Тутельян В.А. Питание и здоровье на Севере: приоритетные направления. Медицина труда. 1996; (6): 16.

Фархутдинова Л.М., Никуличева В.И., Сперанский В.В. Клинико-патогенетическая роль микроэлементов в развитии тиреоидной патологии. Пермский медицинский журнал. 2006; 23(2): 6–13.

Шарипова М.М., Ивкина М.В., Архангельская А.Н., Гуревич К.Г. Роль микроэлементов в развитии эндокринной патологии. Экология человека. 2022; 29(11): 753–760. DOI: 10.17816/humeco72102.

Chaker L., Bianco A.C., Jonklaas J., Peeters R.P. Hypothyroidism. Lancet. 2017; 390(10101): 1550–1562. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)30703-1.

Contempré B., Duale N.L., Dumont J.E., et al. Effect of selenium supplementation on thyroid hormone metabolism in an iodine and selenium deficient population. Clin Endocrinol (Oxf). 1992; 36(6): 579–583. DOI: 10.1111/j.1365-2265.1992.tb02268.x.

El-Fadeli S, Bouhouch S, Skalny AV, Barkouch Y, Pineau A, Cherkaoui M, et al. Effects of imbalance in trace element on thyroid gland from Moroccan children. Biol Trace Elem Res. 2016; 170(2): 288–293. DOI: 10.1007/s12011-015-0485-2.

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. DOI: 10.22203/eCM.v035a25.

Holick M.F. The vitamin D deficiency pandemic: approaches for diagnosis, treatment and prevention. Rev. Endocr. Metab. Disord. 2017; 18: 153–165. DOI: 10.1007/s11154-017-9424-1.

Ihnatowicz P., Drywień M., Wątor P., Wojsiat J. The importance of nutritional factors and dietary management of Hashimoto's thyroiditis. Ann Agric Environ Med. 2020; 27(2): 184–193. DOI: 10.26444/aaem/112331.

Köhrle J. Selenium, iodine and iron-essential trace elements for thyroid hormone synthesis and metabolism. Int J Mol Sci. 2023; 24(4): 3393. DOI: 10.3390/ijms24043393.

Rayman M.P. Multiple nutritional factors and thyroid disease, with particular reference to autoimmune thyroid disease. Proc Nutr Soc. 2019; 78(1): 34–44. DOI: 10.1017/S0029665118001192.

Santos L.R., Neves C., Melo M., Soares P. Selenium and selenoproteins in immune mediated thyroid disorders. Diagnostics (Basel). 2018; 8(4): 70. DOI: 10.3390/diagnostics8040070.

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.

Veltri F, Decaillet S, Kleynen P, Grabczan L, Belhomme J, Rozenberg S, et al. Prevalence of thyroid autoimmunity and dysfunction in women with iron deficiency during early pregnancy: is it altered? Eur J Endocrinol. 2016; 175(3): 191–199. DOI: 10.1530/EJE-16-0288.

Wróblewski M, Wróblewska J, Nuskiewicz J, et al. The role of selected trace elements in oxidoreductive homeostasis in patients with thyroid diseases. Int J Mol Sci. 2023; 24(5): 4840. DOI: 10.3390/ijms24054840.

Zhou Qing, Xue Shuai, Zhang Li, Chen Guang Trace elements and the thyroid. Frontiers in Endocrinology. 2022; 13. DOI: 10.3389/fendo.2022.904889.

Zimmermann M.B. The influence of iron status on iodine utilization and thyroid function. Annu Rev Nutr. 2006; 26: 367–389. DOI: 10.1146/annurev.nutr.26.061505.111236.

Zimmermann M.B., Boelaert K. Iodine deficiency and thyroid disorders. Lancet Diabetes Endocrinol. 2015; 3(4): 286–295. DOI: 10.1016/S2213-8587(14)70225-6.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CONTENT OF CHEMICAL ELEMENTS IN THE HAIR OF REPRODUCTIVE WOMEN LIVING IN CONDITIONS OF GOITER ENDEMIC

E.M. Stepanova

SRC "Arktika" FEB RAS
24 Karl Marks Street, Magadan, 685000, Russian Federation

ABSTRACT. Women of fertile (childbearing) age, as well as young children, are the main demographic potential of the country and at the same time the most vulnerable groups of the population. The relevance of studying the elemental status of women of fertile age is due to the importance of the problem of forming a healthy generation of the country.

The study assessed the contents of the hair samples biochemistry in women of childbearing age living in the city of Magadan.

Materials and Methods. Twenty-five conditionally healthy women at the age of 20–34 as highest reproductive activity (mean age 27.28 ± 0.23 years) participated in the survey. The inductively coupled plasma atomic emission spectrometry/mass spectrometry method was used to measure concentrations of the following twenty-five chemicals: Al, As, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, I, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, V, and Zn.

Results. A pronounced deficiency of thyroid-specific elements was revealed: copper (72%), calcium (40%), magnesium and zinc (24% each), cobalt and manganese (20% each), iodine and selenium (12% each). The excess of chemical elements was mild that demonstrated the environmental well-being of the region and confirmed the thesis about the formation of "northern deficiency" of elements in the body of residents. Such chemicals as arsenic, cadmium, mercury, lead, potassium, lithium, nickel and lead had no deviations from the norm.

Conclusion. To prevent the development of pathological conditions of the thyroid gland accompanied by impaired reproductive function in young women living in the northern regions of Russia, it is recommended to proactively undergo screening for the content of essential macro- and microelements in the body. In case of an identified imbalance, it is necessary to specifically adjust the elemental status using macro- and microelement supplements, as well as food products enriched with them.

KEYWORDS: macro- and microelements, imbalance, goiter endemic, women, North.

For citation: Stepanova E.M. Comparative analysis of the content of chemical elements in the hair of reproductive women living in conditions of goiter endemic. Trace elements in medicine. 2025;26(1):23–30. DOI: 10.19112/2413-6174-2025-26-1-23-30

REFERENCES

- Avtsyn A.P. An insufficiency of essential trace elements and its manifestations in pathology. 1990; 52(3): 3–6. (In Russ.).
- Ananyeva G.V., Ostroushko A.G., Postupayev V.V. Social and economic development and health of the small peoples of the North. 1990; 9–11. (In Russ.).
- Vershubskaya G.G., Kozlov A.I., Kozlovskaya A.V., Shkaraburova E.D., Boyko E.R. Reproductive behavior of women and body size of newborns of the European North, the Urals and Siberia. Human ecology. 2009; 4: 35–40. (In Russ.).
- Gorbachev A.L. Elemental status of population in connection with chemistry of drinking water. Microelements in medicine. 2006; 7(2): 11–24. (In Russ.).
- Gorbachev A.L., Dobrodeeva L.K., Tedder Y.R., Shatsova E.N. Biogeochemical description of northern regions. Microelement status of Arkhangelsk Region population and prediction of endemic diseases development. Human ecology. 2007; 1: 4–11. (In Russ.).
- Gorbachev A.L., Efimova A.V., Lugovaya E.A. E'ndemicheskij zob u detej g. Magadana. E'pidemiologiya, e'kologicheskie faktory'. Magadan: Izd-vo SMU. 2004: 106. (In Russ.).
- Gorbachev A.L., Lugovaya E.A., Atlasova E.M. Drinking water chemical contents and the population health observed in Magadan town. Scientific medical bulletin of Yugra. 2012; 1-2: 201–203. (In Russ.).
- Gromova, O.A. Torshin I.Yu. Vitamin D - a paradigm shift. Eds. acad. RAS E.I. Gusev, prof. I.N. Zakharova. GEOTARMedia. 2017: 576. (In Russ.).
- Korchina T.Y. Correlations between the concentration of chemicals in the hair of indigenous people of the Tyumen North and their amounts in natural waters of the region. Bulletin of restoration medicine. 2008; 5: 38–41. (In Russ.).
- Lugovaya E.A., Stepanova E.M. Features of the content of drinking water in the city of Magadan and population health. Hygiene and sanitation. 2016; 95(3): 241–246. (In Russ.).
- Lugovaya E.A., Stepanova E.M. Regional variables of the content of macro- and trace minerals in the body of residents of Magadan: Scientific and practical recommendations / SRC "Arktika" FEB RAS. Magadan: Printing house "Express-polygraph": IE Chingilyan, 2019. 27 p. (In Russ.).
- Maksimov A.L., Gorbachev A.L., Efimova A.V., Kur'yanov A.V. Invarianty' morfometricheskoj normy' shhitovidnoj zhelezy' u vzroslogo naseleniya Magadanskogo regiona. Nauch.-prakt. rekomendacii. Magadan: MNICz «Arktika» SVNCz DVO RAN. 2000: 51. (In Russ.).
- Onishchenko G.G. State policy on promoting health of the Russian nation. Human Ecology. 2016; 11: 59–64. (In Russ.).

- Raxmatova D., Karomatov I.D. Phytotherapy in prevention and treatment of the premenstrual syndrome. *Biology and Integrative Medicine*. 2018; 11 (28): 93–104. (In Russ.).
- Semeneya I.N. Functional Significance of the Thyroid Gland. *Phys. Usp.* 2004; 32(2): 41–56. (In Russ.).
- Senkevich O.A., Sirotina Z.V., Kovalski Yu.G., Cyganova I.V., Berdnikov N.V., Avdeev D.V., Zazulina V.Ye. Content of the essential micro-elements in hair of newborns and their mothers. *Far Eastern medical journal*. 2007; 1: 69–72. (In Russ.).
- Serikbayeva A.A., Turmukhambetova A.A., Dosmagambetova R.S., Shcherbakova L.V., Rymar O.D. The integrated assessment of elemental status in women of reproductive age with hypothyroidism from the Aral Sea zone of the Republic of Kazakhstan. *Medical Council*. 2019; 21:260–266. (In Russ.) DOI: 10.21518/2079-701X-2019-21-260-266.
- 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.).
- Stepanova E.M., Lugovaya E.A. Chemical Elements in Drinkable Water from Central Supply and Spring Sources in Different Areas of the Magadan Region. *Chemistry for Sustainable Development*. 2023; 31: 118–125. (In Russ.) DOI: 10.15372/KhUR2023446.
- Teplova L.V., Eremeeva A.V., Baykova O.A., Suvorova N.A. Rheumatic manifestations of hypothyroidism. *Modern rheumatology journal*. 2017; 11(2): 47–53. (In Russ.) DOI: 10.14412/1996-7012-2017-2-47-53.
- Tereshchenko I.V., Goldyreva T.P., Bronnikov V.I. Microelements and endemic goiter. *Clinical medicine*. 2004; 82(1): 62–69. (In Russ.).
- Tutelyan V.A. Nutrition and health in the North: priority areas. *Occupational medicine*. 1996; (6): 16. (In Russ.).
- Farkhutdinova L.M., Nikulicheva V.I., Speranskiy V.V. Clinicopathogenetic significance of microelements in development of thyroid gland pathology. *Perm medical journal*. 2006; 23(2): 6–13. (In Russ.).
- Sharipova M.M., Ivkina M.V., Arkhangelskaya A.N., Gurevich K.G. Role of microelements in the development of endocrine pathology. *Human Ecology*. 2022; 29(11): 753–760. (In Russ.) DOI: 10.17816/humeco72102.
- Chaker L., Bianco A.C., Jonklaas J., Peeters R.P. Hypothyroidism. *Lancet*. 2017; 390(10101): 1550–1562. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)30703-1.
- Contempré B., Duale N.L., Dumont J.E., et al. Effect of selenium supplementation on thyroid hormone metabolism in an iodine and selenium deficient population. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 1992; 36(6): 579–583. DOI: 10.1111/j.1365-2265.1992.tb02268.x.
- El-Fadeli S., Bouhouch S., Skalny A.V., Barkouch Y., Pineau A., Cherkaoui M., et al. Effects of imbalance in trace element on thyroid gland from Moroccan children. *Biol Trace Elem Res*. 2016; 170(2): 288–293. DOI: 10.1007/s12011-015-0485-2.
- 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. DOI: 10.22203/eCM.v035a25
- Holick M.F. The vitamin D deficiency pandemic: approaches for diagnosis, treatment and prevention. *Rev. Endocr. Metab. Disord*. 2017; 18: 153–165. DOI: 10.1007/s11154-017-9424-1.
- Ihnatowicz P., Drywień M., Wątor P., Wojsiat J. The importance of nutritional factors and dietary management of Hashimoto's thyroiditis. *Ann Agric Environ Med*. 2020; 27(2): 184–193. DOI: 10.26444/aaem/112331.
- Köhrle J. Selenium, iodine and iron-essential trace elements for thyroid hormone synthesis and metabolism. *Int J Mol Sci*. 2023; 24(4): 3393. DOI: 10.3390/ijms24043393.
- Rayman M.P. Multiple nutritional factors and thyroid disease, with particular reference to autoimmune thyroid disease. *Proc Nutr Soc*. 2019; 78(1): 34–44. DOI: 10.1017/S0029665118001192.
- Santos L.R., Neves C., Melo M., Soares P. Selenium and selenoproteins in immune mediated thyroid disorders. *Diagnostics (Basel)*. 2018; 8(4): 70. DOI: 10.3390/diagnostics8040070.
- 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.
- Veltri F., Decaillet S., Kleynen P., Grabczan L., Belhomme J., Rozenberg S., et al. Prevalence of thyroid autoimmunity and dysfunction in women with iron deficiency during early pregnancy: is it altered? *Eur J Endocrinol*. 2016; 175(3): 191–199. DOI: 10.1530/EJE-16-0288.
- Wróblewski M., Wróblewska J., Nuszkievicz J., et al. The role of selected trace elements in oxidoreductive homeostasis in patients with thyroid diseases. *Int J Mol Sci*. 2023; 24(5): 4840. DOI: 10.3390/ijms24054840.
- Zhou Qing, Xue Shuai, Zhang Li, Chen Guang Trace elements and the thyroid. *Frontiers in Endocrinology*. 2022; 13. DOI: 10.3389/fendo.2022.904889.
- Zimmermann M.B. The influence of iron status on iodine utilization and thyroid function. *Annu Rev Nutr*. 2006; 26: 367–389. DOI: 10.1146/annurev.nutr.26.061505.111236.
- Zimmermann M.B., Boelaert K. Iodine deficiency and thyroid disorders. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2015; 3(4): 286–295. DOI: 10.1016/S2213-8587(14)70225-6.

Поступила 14 октября 2024 года
Принята к публикации 26 декабря 2024 года