

УДК [616-053.07+577.018]:613.34

DOI: 10.37482/2687-1491-Z062

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Л.Н. Бикбулатова*/** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1711-6259>

*Ханты-Мансийская государственная медицинская академия
(Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, г. Ханты-Мансийск)

**Салехардская окружная клиническая больница
(Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Салехард)

Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО), расположенный на севере Тюменской области, является территорией проживания как коренного, так и некоренного населения. В ЯНАО ярко выражен дисбаланс химических элементов в воде, почве, растениях, непосредственно влияющих на элементный статус населения. С учетом значительных различий в характере питания и образе жизни аборигенного и пришлого населения Севера интерес представляло изучение концентраций химических элементов в волосах северян. Обследованы 173 жителя ЯНАО: 1) 92 пришлых жителя – 40 (43,5 %) мужчин и 52 (56,5 %) женщины, в течение 10 лет проживающие на территории ЯНАО; 2) 81 абориген – 33 (40,7 %) мужчины и 48 (59,3 %) женщин. Средний возраст обследуемых составил 38,3±9,6 лет. В Центре биотической медицины (Москва) методами атомно-эмиссионной спектрометрии и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой в волосах обследуемых лиц определяли концентрации Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Cr, Zn, Se, Cd, Pb, Hg. Установлены статистически значимо более высокие концентрации Ca и Mg на фоне более низкого содержания Fe и Mn у пришлого населения ЯНАО в сравнении с данными аборигенов ($p < 0,001-0,011$). При этом выявлена практически одинаковая обеспеченность Cu и Zn лиц обеих групп. Также у аборигенов отмечено более высокое содержание в волосах Cr ($p = 0,046$), Se ($p < 0,001$), Hg ($p = 0,019$), Cd ($p = 0,030$) и незначительное превышение по Pb. Установленные различия элементного статуса пришлых и аборигенных жителей ЯНАО связаны с геохимическими особенностями территории проживания, отличиями в питании (меньшим употреблением аборигенами простых углеводов и большим количеством рыбы в их рационе), а также широким распространением курения среди коренных жителей.

Ключевые слова: элементный состав волос, эссенциальные микроэлементы, токсичные микроэлементы, коренное население Севера, некоренное население Севера.

Ответственный за переписку: Бикбулатова Людмила Николаевна, адрес: 629001, Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Салехард, ул. Мира, д. 9; e-mail: bik-lud@yandex.ru

Для цитирования: Бикбулатова Л.Н. Элементный статус взрослого населения Ямало-Ненецкого автономного округа // Журн. мед.-биол. исследований. 2021. Т. 9, № 3. С. 248–257. DOI: 10.37482/2687-1491-Z062

Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО) располагается в северной части Западно-Сибирской равнины, его площадь составляет 750,3 тыс. км². Около 1/2 территории находится за Северным полярным кругом. Являясь составляющей частью Арктической зоны Российской Федерации, ЯНАО служит местом проживания как аборигенного населения (ненцы, селькупы, ханты, кумыки, зыряне, ногайцы и пр.), так и пришлого, бóльшую часть которого составляют представители славянских национальностей. Округ характеризуется сочетанным воздействием на организм человека комплекса климатических и геофизических факторов [1] в сочетании с маломинерализованной водой с очень низкими показателями жесткости (содержание кальция (Ca) и магния (Mg)) и повышенным содержанием железа (Fe) и марганца (Mn) [2]. Человек – одно из звеньев пищевой цепи, по которой в его организм попадают химические элементы. При этом между содержанием химических элементов в питьевой воде и их уровнем в биосубстратах человека складываются уникальные причинно-следственные связи [3]. Также установлено, что появление в пищевых цепях токсикантов – ртути (Hg) и свинца (Pb) – обусловлено загрязнением окружающей среды Арктики [4].

Доказано, что волосы отражают процессы, которые длительное время (месяцы и даже годы) протекают в организме человека [5, 6].

Цель исследования – изучить элементный статус коренного и пришлого населения ЯНАО на основе анализа волос.

Материалы и методы. В течение 2019–2020 годов проводилось обследование 173 жителей ЯНАО, из которых были сформированы две группы. В первую группу (92 человека) вошли представители пришлого населения: 40 мужчин (43,5 %) и 52 женщины (56,5 %), которые постоянно в течение 10 лет проживали в условиях урбанизированного Севера – в городах и поселках ЯНАО. Вторую группу обследованных (81 человек) составило аборигенное население: 33 мужчины (40,7 %) и 48 женщин (59,3 %). Все коренные жители являлись

уроженцами ЯНАО: 56 человек (69,1 %) проживали в родовых поселениях, 25 человек (30,9 %) – в городах и населенных пунктах округа. Средний возраст обследованных лиц составил 38,3±9,6 лет. В волосах определялось содержание: кальция (Ca), магния (Mg), железа (Fe), марганца (Mn), меди (Cu), хрома (Cr), цинка (Zn), селена (Se), кадмия (Cd), свинца (Pb) и ртути (Hg). Подготовка образцов волос и выявление в них макро- и микроэлементов выполнялись в строгом соответствии с МУК 4.1.1482–03, МУК 4.1.1483–03 в Центре биотической медицины (Москва) современными и высокочувствительными методами – атомно-эмиссионной спектрометрии и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой – на спектрометрах Optima 2000 DV (PerkinElmer, США) и ELAN 9000 (PerkinElmer-SCIEX, Канада) [7].

Исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации Всемирной Медицинской Ассоциации (1964 года, с изменениями и дополнениями 2013 года). Все участники подписали информированное согласие.

Результаты. В табл. 1 и 2 (см. с. 250) представлены концентрации химических элементов в волосах взрослого населения ЯНАО и распределение выборки по уровню обеспеченности изучаемыми элементами.

Средние концентрации Ca и Mg расположились в диапазоне физиологически адекватных значений [7], однако ближе к нижнему их пределу, при этом статистически значимо более высокие показатели отмечены в группе некоренного населения по сравнению с коренным (по Ca – $p < 0,001$, по Mg – $p = 0,011$). Оптимальная обеспеченность Ca установлена у 64 (69,7 %) представителей пришлого населения ЯНАО, Mg – у 69 (75,0 %); умеренный дефицит Ca выявлен более чем у 1/4 пришлого населения, Mg – более чем у 1/5, в то время как у 3 человек (3,3 %) обнаружено повышенное накопление данных биоэлементов, свойственное стадии преддефицита [5]. Значительно хуже оказались обеспечены Ca и Mg

Таблица 1

СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОЛОСАХ ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ
ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА ($n = 173$), мкг/г
CONTENT OF CHEMICAL ELEMENTS IN THE HAIR OF THE ADULT POPULATION
OF YAMALO-NENETS AUTONOMOUS OKRUG ($n = 173$), $\mu\text{g/g}$

Химический элемент	Пришлое население ($n = 92$)			Коренное население ($n = 81$)			p
	$M \pm m$	Me	$Q_{25}-Q_{75}$	$M \pm m$	Me	$Q_{25}-Q_{75}$	
Ca	792,0 \pm 69,2	784,0	323,0–1248,0	506,0 \pm 31,5	452,0	294,0–612,0	<0,001
Mg	80,8 \pm 6,1	79,0	49,0–108,0	58,7 \pm 6,0	66,0	29,0–84,0	0,011
Fe	29,6 \pm 2,7	28,0	11,5–44,1	48,2 \pm 7,1	37,3	17,0–92,0	0,011
Mn	2,68 \pm 0,04	2,50	1,24–3,86	5,75 \pm 0,72	6,50	2,32–10,60	<0,001
Cu	11,8 \pm 0,8	11,0	7,8–13,5	10,5 \pm 1,3	9,5	6,7–12,2	0,384
Zn	167,2 \pm 14,0	165,0	134,0–198,0	158,0 \pm 12,8	156,0	109,0–204,0	0,632
Cr	0,85 \pm 0,04	0,81	0,31–1,12	1,04 \pm 0,09	1,02	0,56–1,28	0,046
Se	0,45 \pm 0,02	0,41	0,22–0,75	0,67 \pm 0,05	0,63	0,32–1,02	<0,001
Hg	0,80 \pm 0,09	0,66	0,005–0,08	1,15 \pm 0,12	1,10	0,40–1,70	0,019
Pb	1,19 \pm 0,46	1,15	0,48–1,55	1,32 \pm 0,36	1,26	0,34–1,66	0,827
Cd	0,09 \pm 0,02	0,08	0,03–0,15	0,15 \pm 0,017	0,14	0,08–0,21	0,030

Таблица 2

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА ($n = 173$)
ПО УРОВНЮ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ХИМИЧЕСКИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ, чел. (%)
DISTRIBUTION OF THE ADULT POPULATION OF YAMALO-NENETS AUTONOMOUS OKRUG ($n = 173$)
ACCORDING TO THEIR ELEMENTAL STATUS, people (%)

Химический элемент	Пришлое население ($n = 92$)						Коренное население ($n = 81$)							
	Норма	Дефицит			Избыток			Норма	Дефицит			Избыток		
		1-й и 2-й степени	3-й и 4-й степени	1-й и 2-й степени	3-й и 4-й степени	1-й и 2-й степени	3-й и 4-й степени		1-й и 2-й степени	3-й и 4-й степени	1-й и 2-й степени	3-й и 4-й степени		
Ca	64 (69,6)	25 (27,2)	–	3 (3,3)	–	–	48 (59,3)	33 (40,7)	–	–	–	–	–	
Mg	69 (75,0)	20 (21,7)	–	3 (3,3)	–	–	51 (63,0)	29 (35,8)	1 (1,2)	–	–	–	–	
Fe	76 (82,6)	7 (7,6)	–	9 (9,8)	–	–	53 (65,4)	2 (2,5)	–	–	23 (28,4)	3 (3,7)	–	
Mn	75 (81,5)	2 (2,2)	–	15 (16,3)	–	–	52 (64,2)	–	–	–	18 (22,2)	11 (13,6)	–	
Cu	78 (84,8)	10 (10,9)	–	4 (4,3)	–	–	65 (80,3)	13 (16,0)	–	–	3 (3,7)	–	–	
Zn	71 (77,2)	12 (13,0)	–	7 (7,6)	–	2 (2,2)	62 (76,5)	11 (13,6)	1 (1,2)	–	5 (6,2)	2 (2,5)	–	
Cr	84 (91,3)	3 (3,3)	–	5 (5,4)	–	–	73 (90,1)	7 (8,7)	–	–	1 (1,2)	–	–	
Se	72 (78,2)	14 (15,2)	3 (3,3)	2 (2,2)	–	1 (1,1)	74 (91,3)	5 (6,2)	–	–	2 (2,5)	–	–	
Hg	89 (96,7)	–	–	3 (3,3)	–	–	59 (72,8)	–	–	–	13 (16,1)	9 (11,1)	–	
Pb	88 (95,7)	–	–	4 (4,3)	–	–	73 (90,1)	–	–	–	8 (9,9)	–	–	
Cd	85 (92,4)	–	–	7 (7,6)	–	–	68 (84,0)	–	–	–	13 (16,0)	–	–	

представители коренного населения ЯНАО: адекватная концентрация Са была выявлена только у 48 человек (59,3 %), а Mg – у 51 (61,0 %), недостаточность Са и Mg различной степени выраженности была характерна для 33 (40,7 %) и 30 (37,0 %) представителей аборигенного населения округа (табл. 2).

Значения содержания в волосах Fe у коренных жителей ЯНАО и Mn в обеих группах взрослого населения округа превышали физиологически оптимальные значения для лиц соответствующего возраста, при этом у коренного населения они были статистически значимо более высокие (по Fe – $p = 0,011$, по Mn – $p < 0,001$). Среднее содержание Mn в группе коренных жителей ЯНАО (табл. 1) было практически в 3 раза выше референтных значений [7]. Подавляющее большинство представителей пришлого населения оказались оптимально обеспечены Fe, однако у 7 человек (7,6 %) был обнаружен дефицит 1-2-й степени, а у 9 (9,8 %) – избыточное накопление элемента в биосубстрате. В группе аборигенов только в 53 случаях (65,4 %) содержание Fe соответствовало референтным значениям, у 2 человек (2,5 %) была обнаружена невыраженная недостаточность элемента, а у 26 (32,1 %) – зарегистрировано избыточное его накопление различной степени выраженности. Практически аналогично выглядит обеспеченность обследованных лиц по Mn. При этом важно указать на значительное количество обследованных с превышением концентрации Mn в волосах над физиологически оптимальными величинами: 15 человек (16,3 %) – с избытком 1-2-й степени в группе пришлого населения, 18 лиц (22,2 %) с незначительным и 11 (13,6 %) – с выраженным превышением в группе аборигенов (табл. 2).

Статистически значимых различий между группами взрослых жителей округа в отношении их обеспеченности Cu и Zn не было установлено. Примерно идентичным оказалось и их распределение по степени обеспеченности вышеназванными биоэлементами.

Следует подчеркнуть статистически значимо лучшую обеспеченность Se – важнейшим биоэлементом антиоксидантной системы защиты организма – взрослого аборигенного населения ЯНАО в сравнении с пришлым ($p < 0,001$). Анализ индивидуальной обеспеченности Se позволил установить его адекватное содержание у 71 (77,2 %) пришлого жителя, недостаточность разной степени выраженности – у 17 (18,5 %) и избыточное накопление элемента – у 3 (3,3 %). В то же время подавляющее большинство представителей взрослого коренного населения округа – 74 человека (91,3 %) – оказались оптимально обеспечены Se, у 5 человек (6,2 %) обнаружен незначительный его дефицит, а у 2 (2,5 %) – избыток 1-2-й степени.

Нелишне отметить статистически значимо более высокое содержание токсичных химических элементов – Cd ($p = 0,030$) и Hg ($p = 0,019$) – в биосубстратах аборигенов ЯНАО, при этом средние значения концентрации Pb у них оказались также выше, чем у пришлого населения, но статистически незначимо. По Cd и Pb у аборигенов установлено более чем 2-кратное превышение доли лиц с избыточным накоплением токсикантов в волосах, а по Hg – почти 5-кратное в сравнении с группой некоренных жителей ЯНАО.

Обсуждение. Доказано, что морфогенез многоэлементной структуры организма человека, с одной стороны, зависит от его физиологической потребности в биоэлементах, а с другой стороны, подвержен воздействию техногенной нагрузки и биогеохимических факторов среды обитания. Поэтому изучение «элементного портрета» населения является высокоперспективным направлением современной медицины. Общеизвестно, что химические элементы не могут синтезироваться в организме человека, а попадают в него извне с пищей, водой и, в значительно меньших количествах, с вдыхаемым воздухом [5].

Наиболее богатыми Са пищевыми источниками являются молочные продукты, а Mg – продукты растительного происхождения, край-

не скудно представленные в рационах питания коренного населения Севера [8] и достаточно широко используемые в питании пришлых жителей северных регионов. Показательно, что в нашем исследовании установлены статистически значимо более высокие концентрации (в 1,8–1,4 раза) названных биоэлементов в волосах некоренного населения ЯНАО, чем у аборигенов (*табл. 1*). В отношении двух щелочноземельных металлов – Ca и Mg – следует подчеркнуть отсутствие корреляции между их концентрацией в волосах и пищевых рационах. Это указывает на важность потребления Ca и Mg с питьевой водой, что подтверждается установленной корреляцией между концентрацией биоэлементов в волосах и содержанием их в питьевой воде [9]. Практически на всей территории Российской Арктики, в т. ч. и в ЯНАО, питьевая вода является маломинерализованной с низким содержанием Ca и Mg [1, 2], что служит возможным фактором риска развития сердечно-сосудистых заболеваний [10–14], заболеваний костно-суставной системы [15, 16], сахарного диабета 2-го типа [17, 18] и пр. С учетом статистически значимо более низких показателей концентрации Ca и Mg в волосах аборигенного населения ЯНАО потенциальный риск развития заболеваний, сопряженных с недостаточной обеспеченностью этими биоэлементами, у представителей данной группы более высокий.

Итак, постоянное употребление с питьевой целью ультрапресной воды с низким содержанием Ca и Mg закономерно привело к изменению элементного статуса жителей ЯНАО (*табл. 2*).

Диаметрально противоположная картина наблюдалась в отношении Fe и Mn, концентрации которых в волосах оказались статистически значимо выше в группе коренного населения ЯНАО (*табл. 1*), при этом отмечена распространенность избыточного накопления данных химических элементов в волосах у аборигенного населения (*табл. 2*).

Железо и марганец – жизненно важные химические элементы, однако повышенное их накопление в организме человека может привести к ряду негативных последствий. Доказано, что Fe является важнейшим загрязняющим ве-

ществом для питьевой воды Арктической зоны РФ, при этом повышенное его содержание может быть обусловлено, во-первых, естественными характеристиками источника, во-вторых, загрязнением из-за изношенных систем водопроводных труб. К числу других наиважнейших контаминантов относится Mn, превышение концентрации которого в питьевой воде обусловлено его природным повышенным содержанием в воде артезианских источников [2].

Биологическая роль Fe состоит в полноценном обеспечении организма человека кислородом, а также в регуляции окислительно-восстановительных реакций. Как недостаток, так и избыток данного химического элемента негативно влияют на состояние функциональных систем организма человека и, как следствие, отражаются на его здоровье. Следует отметить, что избыточное поступление Fe с пищевыми продуктами не способно отрицательно воздействовать на состояние здоровья, в то время как поступление Fe с питьевой водой может вызывать снижение иммунологической реактивности, инициировать избыточное образование свободных радикалов и потенцировать увеличение общей заболеваемости.

Марганец, с одной стороны, является эссенциальным биоэлементом, участвующим в реакциях фосфорилирования, а с другой стороны – токсичным химическим элементом, характеризующимся мощной кумулятивной способностью (накапливается в основном в подкорковых ядрах головного мозга) и мутагенной активностью. Мутагенные свойства Mn могут быть реализованы в случае избыточного его поступления в организм человека в виде соединений, обладающих высокой способностью к окислению. Это может индуцировать перекисное окисление липидов, активизировать повреждение ДНК клеток и апоптоз [19]. Доказано, что избыточного потребления Mn с пищей практически не происходит [5].

Медь и цинк входят в состав активного центра ферментов Cu- и Zn-зависимой супероксиддисмутазы, являющейся частью энзимного звена антиоксидантной системы защиты организма человека [20], и играют определенную роль в регуляции артериального давления [21]. Обеспечен-

ность данными биоэлементами представителей обеих обследованных групп взрослого населения ЯНАО практически не отличалась как по средним значениям, так и по распределению индивидуальных показателей.

Хром также является составной частью антиоксидантного фермента Сг-зависимой супероксиддисмутазы, но, кроме того, играет ключевую роль в углеводном обмене – является фактором, определяющим инсулиночувствительность тканей, и составной частью ряда ферментов, регулирующих углеводный обмен [22]. Нелишне отметить статистически значимо более высокие значения концентрации Сг в волосах у аборигенов ЯНАО в сравнении с данными некоренных жителей (*табл. 1*; $p = 0,046$), что можно объяснить крайне малым употреблением в пищу коренными жителями простых углеводов.

Самые значительные различия установлены нами в отношении обеспеченности главным ферментом антиоксидантной защиты организма человека – Se [23]: в волосах аборигенов ЯНАО его концентрация более чем в 1,5 раза превышала таковую у пришлых жителей (*табл. 1*; $p < 0,001$). Это связано, в первую очередь, с питанием. Доказано, что в соответствии с хозяйственной деятельностью основу питания аборигенов Севера с древних времен составляли мясо и рыба [24]. При этом исключительно важную роль в питании коренных народов Севера играют именно рыба и продукты ее переработки – это важнейший источник энергии [25] и Se [26]. Однако наряду с высоким содержанием жизненно важного микроэлемента Se в рыбах северных морей присутствуют повышенные концентрации Hg, Pb и других токсичных химических элементов как следствие загрязнения водных ресурсов Арктики [4, 27]. Свинец и кадмий являются токсичными элементами для человека и животных, а ртуть и ее соединения – вещества 1-го класса опасности. В связи с этим аборигенов ЯНАО можно отнести к группе риска населения, подверженного постоянному влиянию незначительных концентраций токсических веществ.

Итак, именно традиционное присутствие речной рыбы в рационе питания (до 60 % от

общего поступления в организм), вероятно, способствует появлению токсикантов (Hg, Pb) в организме человека в случае отсутствия других внешних источников их возможного поступления [28]. Нами не было установлено значимых межгрупповых различий концентрации Pb в волосах у взрослого населения ЯНАО, однако распространенность избыточного накопления данного токсиканта в группе аборигенов ЯНАО оказалась в 2 раза выше (*табл. 2*). Также было выявлено значимое (в 2,3 раза) превышение средних значений концентрации Cd в волосах коренных жителей ЯНАО по сравнению с пришлым населением (*табл. 1*; $p = 0,030$). Известно, что токсичный химический элемент Cd в значительном количестве аккумулируется в табачных листьях и, соответственно, в табачном дыме: выкуривание всего одной сигареты существенно повышает риск интоксикации Cd. В нашем исследовании установлено, что курящими являлись 23 (25,0 %) взрослых некоренных жителей ЯНАО и 43 (53,1 %) аборигена.

Итак, миграция химических элементов в организм человека осуществляется по пищевой цепи: почва – вода – пищевые продукты животного и растительного и происхождения – человек. Таким образом, важную роль в формировании элементного состава организма играет окружающая среда: геохимический состав почвы, воды, растений и пр. Концентрация химических элементов в тканях и органах животных и растений определяется видом организма и его потребностью в том или ином макро- или микроэlemente, а также геохимическим фоном местности. Избыток или дефицит в природных водах и почве каких-либо химических элементов может привести к недостаточному или избыточному их поступлению в растения, а через них – в питьевые воды и живые организмы. Проведенное исследование показало, что жители ЯНАО (особенно коренные) относятся к группе риска из-за повышенного накопления в их организме токсичных элементов на фоне дефицита жизненно необходимых.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Здоровье населения Ямало-Ненецкого автономного округа: состояние и перспективы / под ред. чл.-кор., проф. А.А. Буганова. Омск; Надым, 2006. 809 с.
2. 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 // Вестн. урал. мед. акад. науки. 2019. Т. 16, № 2. С. 215–222.
3. 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 // Мед. наука и образование Урала. 2019. № 3. С. 19–24.
4. Хурцилава О.Г., Чащин В.П., Мельцер А.В., Дардынская И.В., Ерастова Н.В., Чащин М.В., Дардынский О.А., Базилевская Е.М., Беликова Т.М., Ковшов А.А., Зибарев Е.В. Загрязнения окружающей среды стойкими токсичными веществами и профилактика их вредного воздействия на здоровье коренного населения Арктической зоны Российской Федерации // Гигиена и санитария. 2017. Т. 96, № 5. С. 409–414. DOI: [10.18821/0016-9900-2017-96-5-409-414](https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-5-409-414)
5. Скальный А.В. Микроэлементы. Изд. 4-е, перераб. М.: Фабрика блокнотов, 2018. 295 с.
6. Motčilović B. On Decoding the Syntax of the Human Hair Bioelement Metabolism // Микроэлементы в медицине. 2017. Т. 18, вып. 2. С. 54–55. DOI: [10.19112/2413-6174-2017-18-2-54-55](https://doi.org/10.19112/2413-6174-2017-18-2-54-55)
7. Скальный А.В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС (АНО Центр Биотической Медицины) // Микроэлементы в медицине. 2003. Т. 4, вып. 1. С. 55–56.
8. Агбалян Е.В., Колесников Р.А. Динамика потребления основных продуктов питания населением Ямало-Ненецкого автономного округа // Вестн. Тюмен. гос. ун-та. Экология и природопользование. 2018. Т. 4, № 3. С. 6–21. DOI: [10.21684/2411-7927-2018-4-3-6-21](https://doi.org/10.21684/2411-7927-2018-4-3-6-21)
9. Тармаева И.Ю., Лемешевская Е.П., Погорелова И.Г., Мелерзанов А.В., Тармаева Н.А. Элементный статус детей Байкальского региона // Микроэлементы в медицине. 2019. Т. 20, вып. 4. С. 41–50. DOI: [10.19112/2413-6174-2019-20-4-41-50](https://doi.org/10.19112/2413-6174-2019-20-4-41-50)
10. Burt M.G., Mangelsdorf B.L., Srivastava D., Petersons C.J. Acute Effect of Calcium Citrate on Serum Calcium and Cardiovascular Function // J. Bone Miner. Res. 2013. Vol. 28, № 2. P. 412–418. DOI: [10.1002/jbmr.1761](https://doi.org/10.1002/jbmr.1761)
11. Chiuve S.E., Korngold E.C., Januzzi J.L. Jr., Gantzer M.L., Albert C.M. Plasma and Dietary Magnesium and Risk of Sudden Cardiac Death in Women // Am. J. Clin. Nutr. 2011. Vol. 93, № 2. P. 253–260. DOI: [10.3945/ajcn.110.002253](https://doi.org/10.3945/ajcn.110.002253)
12. DiNicolantonio J.J., O’Keefe J.H., Wilson W. Subclinical Magnesium Deficiency: A Principal Driver of Cardiovascular Disease and a Public Health Crisis // Open Heart. 2018. Vol. 5. Art. № e000668. DOI: [10.1136/openhrt-2017-000668](https://doi.org/10.1136/openhrt-2017-000668)
13. Huitrón-Bravo G.G., Denova-Gutiérrez E., de Jesús Garduño-García J., Talavera J.O., Herreros B., Salmerón J. Dietary Magnesium Intake and Risk of Hypertension in a Mexican Adult Population: A Cohort Study // FMC Nutr. 2015. Vol. 1. Art. № 6. DOI: [10.1186/2055-0928-1-6](https://doi.org/10.1186/2055-0928-1-6)
14. Murata T., Horiuchi T., Goto T., Li Y., Hongo K. Vasomotor Response Induced by Change of Extracellular Potassium and Magnesium in Cerebral Penetrating Arterioles // Neurosci. Res. 2011. Vol. 70, № 1. P. 30–34. DOI: [10.1016/j.neures.2011.01.017](https://doi.org/10.1016/j.neures.2011.01.017)
15. Aaseth J., Boivin G., Andersen O. Osteoporosis and Trace Elements – An Overview // J. Trace Elem. Med. Biol. 2012. Vol. 26, № 2-3. P. 149–152. DOI: [10.1016/j.jtemb.2012.03.017](https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2012.03.017)
16. Ishii A., Imanishi Y. Magnesium Disorder in Metabolic Bone Diseases // Clin. Calcium. 2012. Vol. 22, № 8. P. 1251–1256.
17. Kirii K., Iso H., Date C., Fukui M., Tamakoshi A., JACC Study Group. Magnesium Intake Risk of Self-Reported Type 2 Diabetes among Japanese // J. Am. Coll. Nutr. 2010. Vol. 29, № 2. P. 99–106. DOI: [10.1080/07315724.2010.10719822](https://doi.org/10.1080/07315724.2010.10719822)
18. Wolide A.D., Zawdie B., Alemayehu T., Tadesse S. Association of Trace Metal Elements with Lipid Profiles in Type 2 Diabetes Mellitus Patients: A Cross Sectional Study // BMC Endocr. Disord. 2017. Vol. 17. Art. № 64. DOI: [10.1186/s12902-017-0217-z](https://doi.org/10.1186/s12902-017-0217-z)
19. Корчина Т.Я., Миняйло Л.А., Сафарова О.А., Корчин В.И. Сравнительные показатели содержания железа и марганца в волосах у женщин северного региона с различной очисткой питьевой воды // Экология человека. 2018. № 4. С. 4–9. DOI: [10.33396/1728-0869-2018-4-4-9](https://doi.org/10.33396/1728-0869-2018-4-4-9)

20. Michalska-Mosiej M., Socha K., Soroczyńska J., Karpińska E., Lazarczyk B., Borawska M.H. Selenium, Zinc, Copper, and Total Antioxidant Status in the Serum of Patients with Chronic Tonsillitis // *Biol. Trace Elem. Res.* 2016. Vol. 173, № 1. P. 30–34. DOI: [10.1007/s12011-016-0634-2](https://doi.org/10.1007/s12011-016-0634-2)
21. Carpenter W.E., Lam D., Toney G.M., Weintraub N.L., Qin Z. Zinc, Copper, and Blood Pressure: Human Population Studies // *Med. Sci. Monit.* 2013. Vol. 19, № 1. P. 1–8. DOI: [10.12659/MSM.883708](https://doi.org/10.12659/MSM.883708)
22. Корчина Т.Я., Корчин В.И., Черепанова К.А., Богданович А.Б. Элементные маркеры у больных СД 2-го типа, проживающих в северном регионе // *Микроэлементы в медицине.* 2019. Т. 20, вып. 3. С. 54–61. DOI: [10.19112/2413-6174-2019-20-3-54-61](https://doi.org/10.19112/2413-6174-2019-20-3-54-61)
23. Molnár J. Selenium: Its Antioxidant Effects and Issues in Selenium Supply // *Orv. Hetilap.* 2013. Vol. 154, № 41. P. 1613–1619. DOI: [10.1556/Orv.2013.29705](https://doi.org/10.1556/Orv.2013.29705)
24. Першина И.В. Особенности питания жителей Крайнего Севера // *Науч. вестн. Арктики.* 2019. № 6. С. 97–107.
25. Petrenya N., Dobrodeeva L., Brustad M., Bichkaeva F., Menshikova E., Lutfalieva G., Poletaeva A., Repina V., Cooper M., Odland J.Ø. Fish Consumption and Socio-Economic Factors Among Residents of Arkhangelsk City and the Rural Nenets Autonomous Area // *Int. J. Circumpolar Health.* 2011. Vol. 70, № 1. P. 46–58. DOI: [10.3402/ijch.v70i1.17798](https://doi.org/10.3402/ijch.v70i1.17798)
26. Голубкина Н.А., Папазян Т.Т. Селен в питании: растения, животные, человек. М.: Печат. город, 2006. 254 с.
27. Агбальян Е.В., Ильченко И.Н., Шинкарук Е.В. Уровни содержания ртути в волосах сельского населения Ямало-Ненецкого автономного округа // *Экология человека.* 2018. № 7. С. 11–16. DOI: [10.33396/1728-0869-2018-7-11-16](https://doi.org/10.33396/1728-0869-2018-7-11-16)
28. Gorbunov A.V., Ermolaev B.V., Lyapunov S.M., Okina O.I., Pavlov S.S., Frontasyeva M.V. Estimation of Mercury Intake from Consumption of Fish and Seafood in Russia // *Food Nutr. Sci.* 2016. Vol. 7. P. 516–523. DOI: [10.4236/fns.2016.77053](https://doi.org/10.4236/fns.2016.77053)

References

1. Buganov A.A. (ed.). *Zdorov'e naseleniya Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga: sostoyanie i perspektivy* [Health of the Population of Yamalo-Nenets Autonomous Okrug: State and Prospects]. Omsk, 2006. 809 p.
2. Kovshov A.A., Novikova Yu.A., Fedorov V.N., Tikhonova N.A. Otsenka riskov narusheniy zdorov'ya, svyazannykh s kachestvom pit'evoy vody, v gorodskikh okrugakh arkticheskoy zony Rossiyskoy Federatsii [Diseases Risk Assessment Associated with the Quality of Drinking Water in the Urban Districts of Russian Arctic]. *Vestnik ural'skoy meditsinskoy akademicheskoy nauki*, 2019, vol. 16, no. 2, pp. 215–222.
3. Minyaylo L.A., Korchina T.Ya., Korchin V.I. Korrelyatsionnye svyazi mezhdu soderzhaniem khimicheskikh elementov v volosakh u zhiteley Nyagani i Nefteyuganska i ikh kontsentratsiy v pit'evoy vode [Correlation Between the Content of Chemical Elements in Hair from Residents of Nyagan and Nefteyugansk and Their Concentrations in Drinking Water]. *Meditsinskaya nauka i obrazovanie Urala*, 2019, no. 3, pp. 19–24.
4. Khurtsilava O.G., Chashchin V.P., Mel'tser A.V., Dardynskaya I.V., Erastova N.V., Chashchin M.V., Dardynskiy O.A., Bazilevskaya E.M., Belikova T.M., Kovshov A.A., Zibarev E.V. Zagryazneniya okruzhayushchey sredy stoykimi toksichnymi veshchestvami i profilaktika ikh vrednogo vozdeystviya na zdorov'e korennoho naseleniya Arkticheskoy zony Rossiyskoy Federatsii [Pollution of the Environment with Persistent Toxic Substances and Prevention of Their Harmful Impact on the Health of the Indigenous Population Residing in the Arctic Zone of the Russian Federation]. *Gigiena i sanitariya*, 2017, vol. 96, no. 5, pp. 409–414. DOI: [10.18821/0016-9900-2017-96-5-409-414](https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-5-409-414)
5. Skal'nyy A.V. *Mikroelementy* [Trace Elements]. Moscow, 2018. 295 p.
6. Momčilović B. On Decoding the Syntax of the Human Hair Bioelement Metabolism. *Mikroelementy v meditsine*, 2017, vol. 18, no. 2, pp. 54–55. DOI: [10.19112/2413-6174-2017-18-2-54-55](https://doi.org/10.19112/2413-6174-2017-18-2-54-55)
7. Skal'nyy A.V. Referentnye znacheniya kontsentratsii khimicheskikh elementov v volosakh, poluchennye metodom ISP-AES (ANO Tsentr Bioticheskoy Meditsiny) [Reference Values of Chemical Elements Concentration in Hair, Obtained by Means of ICP-AES Method in ANO Centre for Biotic Medicine]. *Mikroelementy v meditsine*, 2003, vol. 4, no. 1, pp. 55–56.
8. Agbalyan E.V., Kolesnikov R.A. Dynamics of Consumption of Basic Food Products by the Population of the Yamalo-Nenets Autonomous Area. *Tyumen State Univ. Her. Nat. Resour. Use Ecol.*, 2018, vol. 4, no 3, pp. 6–21. DOI: [10.21684/2411-7927-2018-4-3-6-21](https://doi.org/10.21684/2411-7927-2018-4-3-6-21)

9. Tarmaeva I.Yu., Lemeshevskaya E.P., Pogorelova I.G., Melerzanov A.V., Tarmaeva N.A. Elementnyy status detey Baykal'skogo regiona [Elemental Status of Children in the Baikal Region]. *Mikroelementy v meditsine*, 2019, vol. 20, no. 4, pp. 41–50. DOI: [10.19112/2413-6174-2019-20-4-41-50](https://doi.org/10.19112/2413-6174-2019-20-4-41-50)
10. Burt M.G., Mangelsdorf B.L., Srivastava D., Petersons C.J. Acute Effect of Calcium Citrate on Serum Calcium and Cardiovascular Function. *J. Bone Miner. Res.*, 2013, vol. 28, no. 2, pp. 412–418. DOI: [10.1002/jbmr.1761](https://doi.org/10.1002/jbmr.1761)
11. Chiuve S.E., Korngold E.C., Januzzi J.L. Jr., Gantzer M.L., Albert C.M. Plasma and Dietary Magnesium and Risk of Sudden Cardiac Death in Women. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2011, vol. 93, no. 2, pp. 253–260. DOI: [10.3945/ajcn.110.002253](https://doi.org/10.3945/ajcn.110.002253)
12. DiNicolantonio J.J., O'Keefe J.H., Wilson W. Subclinical Magnesium Deficiency: A Principal Driver of Cardiovascular Disease and a Public Health Crisis. *Open Heart*, 2018, vol. 5. Art. no. e000668. DOI: [10.1136/openhrt-2017-000668](https://doi.org/10.1136/openhrt-2017-000668)
13. Huitrón-Bravo G.G., Denova-Gutiérrez E., de Jesús Garduño-García J., Talavera J.O., Herreros B., Salmerón J. Dietary Magnesium Intake and Risk of Hypertension in a Mexican Adult Population: A Cohort Study. *FMC Nutr.*, 2015, vol. 1. Art. no. 6. DOI: [10.1186/2055-0928-1-6](https://doi.org/10.1186/2055-0928-1-6)
14. Murata T., Horiuchi T., Goto T., Li Y., Hongo K. Vasomotor Response Induced by Change of Extracellular Potassium and Magnesium in Cerebral Penetrating Arterioles. *Neurosci. Res.*, 2011, vol. 70, no. 1, pp. 30–34. DOI: [10.1016/j.neures.2011.01.017](https://doi.org/10.1016/j.neures.2011.01.017)
15. Aaseth J., Boivin G., Andersen O. Osteoporosis and Trace Elements – An Overview. *J. Trace Elem. Med. Biol.*, 2012, vol. 26, no. 2-3, pp. 149–152. DOI: [10.1016/j.jtemb.2012.03.017](https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2012.03.017)
16. Ishii A., Imanishi Y. Magnesium Disorder in Metabolic Bone Diseases. *Clin. Calcium*, 2012, vol. 22, no. 8, pp. 1251–1256.
17. Kirii K., Iso H., Date C., Fukui M., Tamakoshi A., JACC Study Group. Magnesium Intake Risk of Self-Reported Type 2 Diabetes Among Japanese. *J. Am. Coll. Nutr.*, 2010, vol. 29, no. 2, pp. 99–106. DOI: [10.1080/07315724.2010.10719822](https://doi.org/10.1080/07315724.2010.10719822)
18. Wolide A.D., Zawdie B., Alemayehu T., Tadesse S. Association of Trace Metal Elements with Lipid Profiles in Type 2 Diabetes Mellitus Patients: A Cross Sectional Study. *BMC Endocr. Disord.*, 2017, vol. 17. Art. no. 64. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12902-017-0217-z>
19. Korchina T.Ya., Minaylo L.A., Safarova O.A., Korchin V.I. Sravnitel'nye pokazateli sodержaniya zheleza i margantsa v volosakh u zhenshchin severnogo regiona s razlichnoy ochistkoy pit'evoy vody [Comparative Indicators of Iron and Manganese Content in the Hair of Women Living in the Northern Region with Different Treatment of Drinking Water]. *Ekologiya cheloveka*, 2018, no. 4, pp. 4–9. DOI: [10.33396/1728-0869-2018-4-4-9](https://doi.org/10.33396/1728-0869-2018-4-4-9)
20. Michalska-Mosiej M., Socha K., Soroczyńska J., Karpińska E., Łazarczyk B., Borawska M.H. Selenium, Zinc, Copper, and Total Antioxidant Status in the Serum of Patients with Chronic Tonsillitis. *Biol. Trace Elem. Res.*, 2016, vol. 173, no. 1, pp. 30–34. DOI: [10.1007/s12011-016-0634-2](https://doi.org/10.1007/s12011-016-0634-2)
21. Carpenter W.E., Lam D., Toney G.M., Weintraub N.L., Qin Z. Zinc, Copper, and Blood Pressure: Human Population Studies. *Med. Sci. Monit.*, 2013, vol. 19, no. 1, pp. 1–8. DOI: [10.12659/MSM.883708](https://doi.org/10.12659/MSM.883708)
22. Korchina T.Ya., Korchin V.I., Cherepanova K.A., Bogdanovich A.B. Elementnye markery u bol'nykh SD 2-go tipa, prozhivayushchikh v severnom regione [Elemental Markers in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus Living in the Northern Region]. *Mikroelementy v meditsine*, 2019, vol. 20, no. 3, pp. 54–61. DOI: [10.19112/2413-6174-2019-20-3-54-61](https://doi.org/10.19112/2413-6174-2019-20-3-54-61)
23. Molnár J. Selenium: Its Antioxidant Effects and Issues in Selenium Supply. *Orv. Hetilap.*, 2013, vol. 154, no. 41, pp. 1613–1619. DOI: [10.1556/OH.2013.29705](https://doi.org/10.1556/OH.2013.29705)
24. Pershina I.V. Osobennosti pitaniya zHITELEY Kraynego Severa [Nutrition of the Residents of the Far North]. *Nauchnyy vestnik Arktiki*, 2019, no. 6, pp. 97–107.
25. Petrenya N., Dobrodeeva L., Brustad M., Bichkaeva F., Menshikova E., Lutfaliev G., Poletaeva A., Repina V., Cooper M., Odland J.Ø. Fish Consumption and Socio-Economic Factors Among Residents of Arkhangelsk City and the Rural Nenets Autonomous Area. *Int. J. Circumpolar Health*, 2011, vol. 70, no. 1, pp. 46–58. DOI: [10.3402/ijch.v70i1.17798](https://doi.org/10.3402/ijch.v70i1.17798)
26. Golubkina N.A., Papazyan T.T. *Selen v pitanii: rasteniya, zhivotnye, chelovek* [Selenium in Nutrition: Plants, Animals, Humans]. Moscow, 2006. 254 p.
27. Agbalyan E.V., Il'chenko I.N., Shinkaruk E.V. Urovni sodержaniya rtuti v volosakh sel'skogo naseleniya Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga [Mercury Content Levels in Hair of Rural Population of the Yamal-Nenets Autonomous District]. *Ekologiya cheloveka*, 2018, no. 7, pp. 11–16. DOI: [10.33396/1728-0869-2018-7-11-16](https://doi.org/10.33396/1728-0869-2018-7-11-16)

28. Gorbunov A.V., Ermolaev B.V., Lyapunov S.M., Okina O.I., Pavlov S.S., Frontasyeva M.V. Estimation of Mercury Intake from Consumption of Fish and Seafood in Russia. *Food Nutr. Sci.*, 2016, vol. 7, pp. 516–523. DOI: [10.4236/fns.2016.77053](https://doi.org/10.4236/fns.2016.77053)

DOI: 10.37482/2687-1491-Z062

*Lyudmila N. Bikbulatova**/** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1711-6259>

*Khanty-Mansiysk State Medical Academy
(Khanty-Mansiysk, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, Russian Federation)

**Salekhard Regional Clinical Hospital
(Salekhard, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, Russian Federation)

ELEMENTAL STATUS OF THE ADULT POPULATION OF YAMALO-NENETS AUTONOMOUS OKRUG

Yamalo-Nenets Autonomous Okrug (YNAO), located in the northern part of the Tyumen Region, is inhabited by both indigenous and non-indigenous population. On its territory, there is a pronounced imbalance of chemical elements in the water, soil, and plants, which directly affect the elemental status of the population. Taking into account the significant differences in the nature of nutrition and lifestyle of the indigenous and newcomer population in the North, it was of interest to study the concentration of chemical elements in their hair. 173 residents of YNAO were examined: 1) 92 newcomers – 40 (43.5 %) men and 52 (56.5 %) women, who had been living in YNAO for 10 years; 2) 81 aborigines – 33 (40.7 %) men and 48 (59.3 %) women. Their mean age was 38.3 ± 9.6 years. The concentrations of Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Cr, Zn, Se, Cd, Pb, and Hg in the hair were determined by means of inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy (ICP-AES) and mass spectrometry (ICP-MS) at the Centre for Biotic Medicine (Moscow). Statistically significantly higher concentrations of Ca and Mg were established against the background of a lower content of Fe and Mn in newcomers compared to the indigenous population of YNAO ($p < 0.001$ – 0.011). At the same time, both groups had almost identical content of Cu and Zn. In addition, the indigenous population showed higher concentrations of Cr ($p = 0.046$), Se ($p < 0.001$), Hg ($p = 0.019$), and Cd ($p = 0.030$) and a slight excess of Pb in their hair. The established differences in the elemental status of newcomers and aboriginal inhabitants of YNAO are associated with the geochemical characteristics of this territory, dietary habits (lower consumption of simple carbohydrates by the aborigines and a large amount of fish in their diet), as well as widespread smoking among the indigenous people.

Keywords: *elemental composition of hair, essential trace elements, toxic trace elements, indigenous population of the North, non-indigenous population of the North.*

Поступила 02.11.2020

Принята 02.04.2021

Received 2 November 2020

Accepted 2 April 2021

Corresponding author: Lyudmila Bikbulatova, address: ul. Mira 9, Salekhard, 629001, Yamalo-Nenetskiy avtonomnyy okrug, Russian Federation; e-mail: bik-lud@yandex.ru

For citation: Bikbulatova L.N. Elemental Status of the Adult Population of Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. *Journal of Medical and Biological Research*, 2021, vol. 9, no. 3, pp. 248–257. DOI: 10.37482/2687-1491-Z062