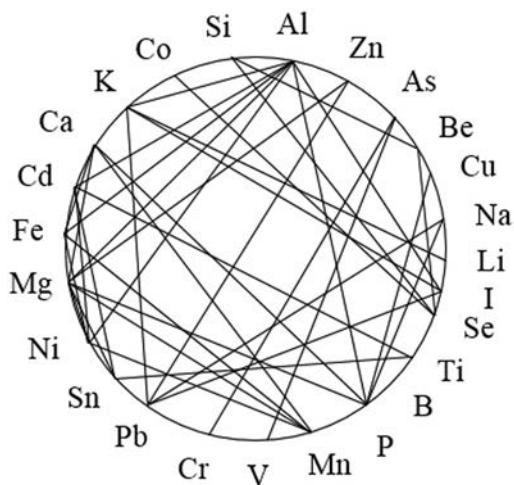


Е. А. Луговая, Е. М. Степанова

**РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОДЕРЖАНИЯ
МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ
В ОРГАНИЗМЕ ЖИТЕЛЕЙ
г. МАГАДАНА**

Научно-практические рекомендации



Магадан, 2019


УТВЕРЖДАЮ
Министр здравоохранения и
демографической политики Магаданской
области




С.А. Чеканов

УТВЕРЖДАЮ
Врио директора НИИ «Арктика» ДВО РАН
к.б.н.




Е.А. Луговая

СОГЛАСОВАНО
Председатель Объединенного научного
центра по медицинским и физиологическим
исследованиям ДВО РАН, д.м.н., академик РАН




Н.Н. Беседнова

Е. А. Луговая, Е. М. Степанова

**РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОДЕРЖАНИЯ МАКРО-
И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ ЖИТЕЛЕЙ
г. МАГАДАНА**

Научно-практические рекомендации

Магадан, 2019

УДК 612.015-054 (571.65-21) (083.13)
ББК 28.707.3
Л 833

Утверждено к печати Ученым советом НИЦ «Арктика» ДВО РАН 25.01.2019 г.
Протокол № 1

Рецензент: д. м. н., проф. **И. А. Виноградова**.

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 с.

Проанализировано содержание в волосах постоянных жителей г. Магадана 25 макро- и микроэлементов в целях определения особенностей их содержания в разных половозрастных группах. Результаты проведенного исследования позволили рассчитать границы стандартных центильных интервалов, принятых при массовых обследованиях населения: 3, 5, 10, 15, 25, 50, 75, 85, 90, 95, 97 и установить типичные региональные диапазоны содержания химических элементов у жителей северного региона, где интервал 25–75-й центиль принято считать нормативным.

Для специалистов в области северной биоэлементологии, физиологии и адаптации человека в экстремальных условиях, научных работников, медиков, педагогов, студентов и других заинтересованных лиц.

Ключевые слова: макро- и микроэлементы, человек, Север, центильные интервалы.

© Луговая Е. А., Степанова Е. М., 2019

© НИЦ «Арктика» ДВО РАН, 2019

© Типография «Экспресс-полиграфия»: ИП Чингилян, 2019

Введение

Крайний Север часто определяют как природную экстремальную зону, предъявляющую повышенные требования к приспособительным возможностям организма. В условиях Крайнего Севера человек подвергается воздействию совокупности экстремальных факторов внешней среды, обуславливающих специфику его адаптации (Гридин и др., 2014).

Известно, что с увеличением возраста и срока проживания на Севере в организме человека начинают преобладать процессы перенапряжения или истощения функциональных резервов, ведущие к стойкому снижению показателей здоровья (Максимов, Белкин, 2005). На основе удельных значений коэффициентов факторов окружающей среды, прямо или опосредованно влияющих на здоровье человека, по значению интегрального показателя дискомфорта среды проживания территория областного центра (г. Магадан) отнесена к зоне умеренной дискомфорта. Большинство районов Магаданской области, особенно находящихся в континентальной части, удаленной от моря, – к зонам с экстремальной (сильной) дискомфортом. Правомочны выводы ряда ученых, указывающие на то, что совокупность социальных, экологических и эпидемиологических причин позволяет выявлять на территориях с экстремальными условиями проживания новые нозологические формы экологических и эндоэкологических заболеваний (Левин, 1997; Агаджанян и др., 1999).

Жизнедеятельность человека тесно связана с химическим составом среды обитания и содержанием в ней различных макро- и микроэлементов, которые участвуют в формировании целого ряда важнейших адаптивных механизмов организма человека, включая функционирование таких жизненно важных систем, как сердечно-сосудистая, дыхательная, пищеварительная, иммунная, эндокринная (Авцын и др., 1991). Северные территории характеризуются недостаточной обеспеченностью жизненно необходимых макро- и микроэлементов, что является фактором риска развития скрытых и выраженных элементозов (Оберлис и др., 2008).

Учение об элементозах человека в последние годы прошло путь от разработки аналитических методов исследования и первичного формирования баз данных до определения способов нахождения референтных и центильных значений элементного состава биосубстратов человека, отражающих содержание жизненно необходимых и токсичных элементов (Авцын и др., 1991; Агаджанян, Скальный, 2001; Скальный, 2002, 2003).

Оценка состояния обмена химических элементов в организме человека позволяет достаточно точно судить об эффективности работы его морфологических систем и риске развития тех или иных патологических состояний, что дает возможность использовать такую оценку в качестве средств доно-

зологической диагностики. Это особенно актуально для населения северного региона, подвергающегося воздействию хронического экологически обусловленного стресса (Корчина, 2013).

В настоящее время имеются неоспоримые доказательства того, что коррекция дисбаланса микроэлементов – один из важнейших факторов укрепления здоровья и профилактики заболеваний (Агаджанян и др., 2001; Скальная и др., 2004а). Перспективным направлением современной медицины является изучение элементного «портрета» населения отдельных биогеохимических регионов в целях научной разработки и внедрения мероприятий по устранению обнаруженных микроэлементозов (Сусликов, 2000).

Сведения разных авторов о нормальном диапазоне содержания большинства химических элементов в волосах разноречивы, так как различные регионы характеризуются различными ландшафтно-геохимическими, природно-климатическими условиями и уровнем антропогенной нагрузки, следовательно, и элементный состав волос людей в каждом регионе носит специфический характер. Поэтому концентрация какого-либо вещества в организме, будучи нормой для одного региона, не будет являться нормой для другого (Наркович, Барановская, 2013).

Северные территории существенно отличаются от центральных районов России природно-климатическими, биогеохимическими, диетологическими и адаптационными характеристиками.

Из-за отсутствия утвержденных референтных значений концентраций химических элементов в волосах жителей Крайнего Северо-Востока России, в настоящих рекомендациях предпринята попытка установить границы регионального содержания химических элементов в волосах жителей г. Магадана, относящихся к различным половозрастным группам, с помощью центильных шкал.

Глава 1. ВЫБОР ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ И БИОЛОГИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для достижения поставленной цели в НИЦ «Арктика» ДВО РАН проведено исследование содержания химических элементов в волосах жителей г. Магадана. Распределение обследованных лиц по полу и возрасту представлено в табл. 1 согласно возрастной периодизации по классификации, принятой на VII Всесоюзной конференции по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии АПН СССР (Москва, 1965).

Таблица 1

Половозрастной состав обследованных жителей г. Магадана

Возраст, лет	Пол	Возрастная периодизация (Агаджанян, 2009)	n	Средний возраст, лет
0–1	Все	Грудной возраст	56	0.38 ± 0.03
1–3	Все	Раннее детство	55	1.97 ± 0.09
4–7	Все	Первое детство	39	5.14 ± 0.18
8–12	М	Второе детство	45	10.53 ± 0.20
8–11	Ж		40	10.10 ± 0.16
13–16	М	Подростковый возраст	122	14.78 ± 0.09
12–15	Ж		117	13.78 ± 0.10
17–21	М	Юношеский возраст	52	18.77 ± 0.19
16–20	Ж		64	16.40 ± 0.12
22–35	М	Зрелый возраст, I период	67	27.88 ± 0.47
21–35	Ж		118	28.55 ± 0.36
36–60	М	Зрелый возраст, II период	40	47.90 ± 1.09
36–55	Ж		122	45.75 ± 0.51
≥ 61	М	Пожилой, старческий возраст, долгожители	38	67.06 ± 1.31
≥ 56	Ж		91	67.82 ± 0.92

Всего

1066

Оценка элементного статуса человека является основным вопросом определения влияния на здоровье человека дефицита, избытка или нарушения тканевого перераспределения макро- и микроэлементов (Скальная, Нотова, 2004). Эта оценка производится либо путем прямого определения содержания химических элементов в органах и тканях человека, либо путем изучения различных биохимических реакций и процессов, в которые вовлечены эти элементы. Главной задачей всегда является выбор наиболее подходящих для целей исследования биосубстратов и методов анализа (Скальный и др., 2012).

В последнее время все больший интерес для выявления состояния обмена макро- и микроэлементов в организме и токсического воздействия отдельных тяжелых металлов представляет исследование волос. Анализ данного биоматериала наиболее удобен для целей массовых скрининговых исследований на состояние элементного баланса химических элементов в организме, наиболее полно отражает их тканевое содержание, коррелирует с элементным профилем внутренней среды организма, не зависит от суточной ритмики физиологических процессов и временных особенностей рациона.

Информативность исследования волос по сравнению с использованием других биосубстратов (кровь, моча) определяется следующим (Гузик и др., 2012):

уровень химических элементов в волосах не подвергается суточным колебаниям, связанным с текущим поступлением макро- и микроэлементов с пищей, что наблюдается в крови и моче;

содержание химических элементов в волосах отражает ретроспективно их потребление в прошлом, соизмеримое со скоростью роста и длиной волос, что позволяет дать характеристику общего элементного статуса организма, формирующегося в течение значительного временного промежутка (месяцы, годы);

макро- и микроэлементы концентрируются в волосах, что обеспечивает большую надежность исследования их следовых количеств в организме;

содержание макро- и микроэлементов в волосах не изменяется при длительном хранении;

между концентрацией макро- и микроэлементов в волосах и содержанием в плазме крови существует прямая взаимосвязь.

К недостаткам метода исследования макро- и микроэлементов в волосах относят следующие:

уровень макро- и микроэлементов в волосах может зависеть от состава используемых для мытья волос средств (так, некоторые шампуни против перхоти содержат селен);

содержание некоторых макро- и микроэлементов подвержено влиянию цвета волос (например, в темных волосах больше железа, никеля, меди и цинка).

Соответственно, оценка выявленных отклонений от нормативных параметров проведена с учетом перечисленных индивидуальных особенностей человека.

Использование волос по сравнению с другими биосредами более достоверно позволяет оценить:

уровень общей обеспеченности организма человека эссенциальными химическими элементами;

степень нагрузки токсичными металлами;

половые различия элементного баланса макро- и микроэлементов (например, Ca, Mg, K, Na и др.);

наличие категорий обследованных с микроэлементозами дефицита и токсическими гипермикроэлементозами для формирования клинических групп риска (состояние предболезни) и выделения больных.

Отмеченные аспекты позволяют объяснить столь широкую популярность химического анализа волос, как диагностического критерия микроэлементного баланса организма человека, в последние годы как в отечественных исследованиях, так и за рубежом.

Сбор биологического материала проводили в соответствии с принципами Хельсинской декларации с соблюдением требований биомедицинской этики, что сопровождалось добровольно полученным письменным информированным согласием обследуемых лиц и согласием родителей несовершеннолетних детей согласно ФЗ № 323 «Об основах охраны здоровья граждан в РФ» от 21.11.2011 г. и ФЗ № 152 «О персональных данных» от 27.07.2006 г., что было одобрено Комиссией по биоэтике Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биологических проблем Севера Дальневосточного отделения Российской академии наук (протоколы № 003/013 от 28 февраля 2013 г. и 001/019 от 29 марта 2019 г.).

Для получения пробы волосы состригали в нескольких местах на затылочной части головы непосредственно от корня волос, объединяли в пучок толщиной с тонкий карандаш и длиной 3–5 см. Если волосы были короткие, то брали их в количестве, способном заполнить чайную ложку. Пробы волос помещали в бумажные конверты и сопровождали анкетой обследуемого лица с указанием всех индивидуальных данных. В волосах жителей г. Магадана определяли содержание 25 макро- и микроэлементов: алюминия (Al), мышьяка (As), бора (B), бериллий (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), натрия (Na), никеля (Ni), фосфора (P), свинца (Pb), селена (Se), кремния (Si), олова (Sn), ванадия (V), цинка (Zn). Лабораторную часть исследования выполняли в АНО «Центр биотической медицины» и ООО «Микронутриенты» (г. Москва) с использованием методов атомной эмиссионной спектроскопии (АЭС-ИСП) и масс-спектрометрии (МС-ИСП) с индуктивно связанной аргоновой плазмой согласно МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03 «Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрией» на приборах Optima 2000 DV, ELAN 9000 (Perkin Elmer Corp., США), Agilent 8900 ICP-MS, с анализом и интерпретацией данных по «Методу доктора Скального®» (метод зарегистрирован в РАО, свидетельство № 2471 от 06 ноября 1997 г.).

Всего методом случайной выборки обследовано 1066 человек различного пола и возраста от 0 до 94 лет. Отсутствие достоверно значимых гендерных различий в содержании химических элементов в волосах обследованных детей грудного возраста, раннего и первого детства, пожилых, людей старче-

ского возраста и долгожителей позволило нам анализировать данные в этих группах без учета пола.

Показателем, который учитывает особенности элементного профиля организма жителей конкретного региона, служит центиль, отражающий содержание жизненно необходимых и токсичных элементов в рассматриваемом биологическом субстрате человека. Центильный метод – это способ оценки здоровья, который позволяет обнаружить и оценить изменения в организме на стадии предболезни, а также ранние и скрытые формы нарушений здоровья с последующей коррекцией выявленных нарушений.

С помощью статистической обработки полученных данных, проведенной с использованием пакета IBM SPSS Statistics 21, были установлены границы стандартных центильных интервалов, принятых при массовых обследованиях населения: 3, 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95, 97.

На основании широко используемой гипотезы, апробированной на практике в амбулаторно-поликлинических условиях, предсказывающей по динамике элементного состава биосубстратов человека развитие патологии и коррекции элементного статуса человека, элементный состав биосубстратов человека сопоставляется с «нормой», если его значение соответствует интервалу 25–75-го центиля как соответствующее среднему значению содержания данного химического элемента в популяции. Значения, лежащие в интервале от 10-го до 25-го и от 75-го до 90-го центиля, предложено рассматривать как отклонения, соответствующие состоянию «предболезни». Показатели содержания химических элементов в интервале от 0-го до 10-го и от 90-го до 100-го центиля максимально отражают состояние болезни и ассоциируются с четкой клинической манифестацией специфических для элементозов синдромов и симптомов. Таким образом, к «абсолютной норме» могут быть отнесены 50% значений концентраций (от 25-го до 75-го центиля), а к биологически допустимым границам – 80% (от 10-го до 90-го центиля). Кроме того, для удобства использования результатов анализа волос в скрининг-диагностических исследованиях целесообразно использовать 4-балльную шкалу, соответствующую тяжести отклонения содержания в волосах того или иного химического элемента от предложенных границ нормального содержания. За отклонения 1-й степени предлагается принять значение ниже 25-го и выше 75-го центиля, 2-й степени – ниже 10-го и выше 90-го, 3-й степени – ниже 5-го и выше 95-го и 4-й степени – ниже 3-го и выше 97-го центиля. В целом отклонение 1-й степени можно сравнивать с понятием «предболезни», а отклонение 2-й, 3-й, 4-й степени – с понятием «болезни» (Скальная и др., 2004б).

Глава 2. НОРМАТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОЛОСАХ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ г. МАГАДАНА

Проведенный статистический анализ первичных данных позволил обнаружить ряд особенностей содержания макро- и микроэлементов в волосах детей и подростков г. Магадана. Элементный профиль организма детей характеризуется чертами так называемого северного типа с выраженным дисбалансом основных эссенциальных элементов, главным образом дефицитом Ca, Co, Mg, Se и избытком Si. Вероятно, такая картина является следствием особенностей биогеохимического окружения Магаданского региона с ультрапресными по степени минерализации и очень мягкими по жесткости природными питьевыми водами, наличием кремниевой биогеохимической провинции с высоким содержанием кремния в водно-пищевых рационах. Известно, что низкая минерализация северных природных вод увеличивает относительный удельный вес кремния в общем солевом составе питьевой воды.

Говоря о возрастных различиях содержания макро- и микроэлементов в организме детей и подростков, важно отметить, что практически все медианные значения концентраций достоверно ($p < 0.05$) значимо различались во всех возрастных периодах онтогенеза.

При этом у детей до года выявлена максимальная медиана концентраций большинства элементов (Al, B, Ca, Co, Fe, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Pb, Se, Sn), что по литературным данным может быть обусловлено явлением «сверхзапасания», связанным, по-видимому, с повышенной потребностью в биоэлементах организма ребенка в период внутриутробного и постнатального развития.

Наибольшая медиана концентраций As и Cr выявлена в группе детей раннего детства, Cd, P, Ni и Hg – второго детства, Cu, Si и Zn – в группе детей подросткового возраста.

Относительно среднероссийских границ допустимого содержания макро- и микроэлементов в волосах детей у молодых жителей г. Магадана установлено более низкое содержание условно-эссенциальных и токсичных Al, Cd и Sn, что свидетельствует о достаточно благополучной экологической ситуации в регионе по элементам-токсикантам.

Вместе с тем снижение концентрации биогенных Ca, Co, Mg и Se может стать причиной задержки возрастного развития гормональной, иммунной, нервной систем на фоне прогрессирующих микроэлементозов, что может послужить первопричиной развития глубоких патологических состояний основных функциональных систем организма в более старших возрастных периодах онтогенеза.

Таким образом, концентрация большинства химических элементов в волосах обследованных молодых лиц г. Магадана зависит от возраста и пола и отличается от среднероссийских показателей. Результаты настоящего исследования позволили определить региональный фон микроэлементного ба-

ланса, проиллюстрировав особенности содержания химических элементов в организме рожденных и постоянно проживающих в г. Магадане детей и подростков в различные периоды роста и развития (табл. 2–8) (см. приложение).

В целом наиболее стабильную возрастную динамику формирования элементного профиля организма можно наблюдать у детей в дошкольном возрасте. В группу риска по развитию микроэлементозов попадают девочки 8–11 лет и мальчики 13–16 лет.

В экстремальных условиях Севера, когда метаболические процессы испытывают высокое напряжение, нарушение элементного баланса может существенно повлиять на характер адаптационных реакций и возрастное развитие основных систем организма. При этом хронический дефицит основных жизненно важных элементов в экстремальных северных условиях создает основу для возникновения дисфункций физиологических систем и широкого спектра патологий в старших возрастных периодах онтогенеза. В связи с этим в условиях Севера одним из мероприятий в системе диспансеризации должен стать контроль элементного состояния организма детей и подростков, что позволит своевременно оптимизировать питание в комплексе с обоснованной коррекцией выявляемых нарушений.

Глава 3. НОРМАТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОЛОСАХ ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ г. МАГАДАНА

При сравнении диапазонов концентраций макро- и микроэлементов в волосах жителей г. Магадана юношеского возраста с референтными значениями установлено, что у юношей концентрация Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Se ниже среднероссийских референтных показателей, а K, Na, Si – выше.

У девушек ниже среднероссийских обнаружены концентрации в волосах основных эссенциальных элементов: Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Na, P, Se и Zn, выше – Si.

Почти все интервальные показатели и медианы концентраций химических элементов в волосах у магаданцев 21–60 лет отличаются в меньшую сторону относительно среднероссийских референтных значений. При этом содержание Ca, Co и Se оказалось ниже нижней границы референтного интервала в волосах всех обследованных лиц, Mg – в волосах всех обследованных, за исключением группы женщин 36–55 лет.

В волосах женщин 36–55 лет выше верхней границы нормативного диапазона оказалось значение концентрации Mn. У мужчин 36–60 лет зафиксировано превышение концентрации Na, Fe, K, что может свидетельствовать о повышенном выведении и перераспределении элемента в организме, и, как следствие, повышенная концентрация в волосах токсичного Pb, зафиксированного в волосах у 28% обследованных мужчин. Такая картина в дальнейшем может привести к формированию дефицита жизненно важных химических элементов.

У мужчин более высокие концентрации макроэлементов встречались у 36–60-летних (Ca, K, Na), так же как и ультрамикроэлементы (Se, Co), токсичные и тяжелые металлы (As, Hg, Sn, Ni). Медиана концентрации цинка была выше у мужчин 22–35 лет, а железа – 36–60 лет.

У женщин относительно макроэлементов выявлена аналогичная картина. Значения медиан концентраций микроэлементов в организме женщин 36–55 лет оказались выше таких же показателей в группе женщин 21–35 лет, за исключением эссенциальных Fe и Si. Среди ультрамикроэлементов у женщин 21–35 лет выше медианы токсичных Sn и Ni. Соответственно отмечены полные отличия по содержанию элементов у лиц разных возрастных групп.

По нашим данным в организме обследованных лиц зрелого возраста г. Магадана выявлен дисбаланс МЭ так называемого северного типа, с выраженными дефицитными концентрациями основных эссенциальных химических элементов (2-й степени отклонения и выше).

Характерно, что независимо от пола обследованных лиц в организме жителей г. Магадана разных возрастных категорий формируются группы элементов, значения концентраций которых свидетельствуют о фактическом дисбалансе разной степени.

Так, в группе лиц I периода зрелого возраста избыточными концентрациями отмечены жизненно важные элементы – Zn и Fe, дефицитными – Ca, Co, Mg, K; в группе лиц II периода зрелого возраста выявлен избыток Na, K, Si, Mn, дефицит – Ca, Co, Mg, K, Zn.

Поскольку утвержденные референтные значения концентраций химических элементов в волосах жителей Крайнего Северо-Востока России отсутствуют, то результаты данного фундаментального исследования позволили определить региональный фон микроэлементного баланса, проиллюстрировав особенности содержания химических элементов в организме жителей зрелого возраста г. Магадана, составляющих наиболее представительную часть работающего населения региона (табл. 2–15) (см. приложение).

В числе факторов поддержания нормального функционирования и работоспособности лиц старших возрастных групп, проживающих в особых природно-климатических и биогеохимических условиях северных регионов, важная роль принадлежит оптимальному соотношению микронутриентов в рационе питания. Хронический экзогенный дефицит или избыток химических элементов может длительное время компенсироваться в пределах нормальных функций организма, например, вследствие увеличения или снижения степени резорбции в желудочно-кишечном тракте, целенаправленной коррекции диеты или приема витаминно-минеральных комплексов и других препаратов, содержащих макро- и микроэлементы.

При срыве механизмов метаболической компенсации экзогенный дисэлементоз превращается в дисрегуляционный, что приводит к переходу состояния предболезни в болезнь – к стойким, почти необратимым нарушениям на системном уровне. Показано, что различия в содержании элементов в волосах обследованных женщин г. Магадана пожилого и старческого возраста незначительны и статистически не значимы ($p > 0.05$), за исключением Si, значение концентрации которого в 2.5 раза ниже в группе женщин старческого возраста. Содержание Ca, Cr, Cu, Mg, Mn, P, Si, Zn в организме женщин старческого возраста ниже, а Al, As, B, Cd, Pb, Sn – выше, чем у пожилых лиц. Вместе с тем содержание в волосах Fe, I, K, Na, Se оказалось выше у женщин старческого возраста. В обеих группах отмечается высокий дефицит многих эссенциальных элементов. Установлено, что у всех обследованных лиц медианы концентраций Co и Se находятся ниже нижней границы референтных значений. Проведенный анализ данных о содержании макро- и микроэлементов в волосах позволяет дать интегральную оценку степени дисбаланса минерального обмена у старших возрастных групп постоянных жителей северо-восточного региона России в целях донологической диагностики, первичной профилактики и коррекции выявленных нарушений как на индивидуальном, так и на микропопуляционном уровнях.

Заключение

Исследование биосубстратов при скрининговой оценке элементного статуса на индивидуальном и особенно популяционном уровнях вполне обеспечивает получение необходимой информации для изучения функционального состояния организма человека в связи с действием внешних и внутренних факторов, половозрастных особенностей.

За рамками настоящих научно-практических рекомендаций оказалось установление причинно-следственных взаимоотношений в паре «содержание химического элемента – болезнь», обследование проводили «условно здоровые лица». Вместе с тем многоэлементный анализ волос на содержание химических элементов можно рассматривать как метод, позволяющий дать интегральную оценку состояния здоровья, являющийся пригодным для широкого использования как в целях гигиенической донозологической диагностики и первичной профилактики заболеваний на индивидуальном и популяционном уровнях, так и для решения ряда клинических задач (например, установление связи клинических проявлений заболеваний с состоянием обмена макро- и микроэлементов, воздействием факторов окружающей среды, в комплексном изучении лиц с заболеваниями неясной этиологии, в разработке терапевтических и реабилитационных мероприятий с использованием препаратов макро- и микроэлементов и др.).

Результатом многолетней работы по проведению комплексной оценки элементного статуса лиц различных половозрастных групп, проживающих в особых экстремальных природно-климатических условиях г. Магадана, явился анализ центильных интервалов концентраций макро- и микроэлементов, позволивший определить границы регионального физиологического содержания 25 химических элементов. При составлении элементного «портрета» организма жителей г. Магадана установлено, что он имеет характерные черты так называемого северного типа, с сочетанным дефицитом основных жизненно важных микроэлементов.

Настоящие научно-практические рекомендации предназначены для врачей – специалистов учреждений здравоохранения, сотрудников организаций, занимающихся диагностикой и лечением заболеваний биогеохимической природы, вызванных действием экологических факторов и (или) обусловленных возникновением алиментарно-зависимой патологии, аспирантов и научных работников, изучающих проблемы биогеохимии, медицинской экологии, биоэлементологии.

Библиографический список

- Авцын А. П., Жаворонков А. А., Риш М. А. и др.* Микроэлементозы человека : этиология, классификация, органопатология. М. : Медицина, 1991. 496 с.
- Агаджанян Н. А.* Адаптационная и этническая физиология: продолжительность жизни и здоровье человека. М. : РУДН, 2009. 34 с.
- Агаджанян Н. А., Скальный А. В.* Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека. М. : Тов-во науч. изданий КМК, 2001. 83 с.
- Агаджанян Н. А., Велданова М. В., Скальный А. В.* Экологический портрет человека и роль микроэлементов. М. : Тов-во науч. изданий КМК, 2001. 236 с.
- Агаджанян Н. А., Турзин П. С., Ушаков И. Б.* Общественное и профессиональное здоровье по промышленной экологии // Медицина труда и промышленная экология. 1999. № 1. С. 1–9.
- Гридин Л. А., Шишов А. А., Дворников М. В.* Особенности адаптационных реакций человека в условиях Крайнего Севера // Здоровье населения и среда обитания. 2014. № 4 (253). С. 4–6.
- Гузик Е. О., Гресь Н. А., Романюк А. Г. и др.* Метод гигиенической оценки баланса химических элементов у детей (региональный микроэлементный паспорт) : инструкция по применению, рег. № 015–1112. Минск, 2012. 34 с.
- Корчина Т. Я.* Донозологическая диагностика заболеваний сердечно-сосудистой системы у населения северного региона // Экология человека. 2013. № 5. С. 8–13.
- Левин Ю. М.* Проблемы клинической методологии и эндоэкологии. Москва ; Сочи : Сити-Сервис, 1997. 137 с.
- Максимов А. Л., Белкин В. Ш.* Биомедицинские и климатоэкологические аспекты районирования территорий с экстремальными условиями среды проживания // Вестник ДВО РАН. 2005. № 3. С. 28–39.
- Наркович Д. В., Барановская Н. В.* Оценка нормативных показателей содержания химических элементов в волосах детей с использованием метода центилей и прогноза состояния здоровья // Геохимия живого вещества : Материалы Междунар. молодежной школы-семинара, посвящ. 150-летию со дня рожд. В. И. Вернадского, Томск, 2–5 июня 2013 г. Томск : Изд-во Том. политех. ин-та, 2013. С. 158–165.
- Оберлис Д., Харланд В., Скальный А.* Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. СПб. : Наука, 2008. 544 с.
- Скальная М. Г., Нотова С. В.* Макро- и микроэлементы в питании современного человека: эколого-физиологические и социальные аспекты. М. : РОСМЭМ, 2004. 310 с.
- Скальная М. Г., Дубовой Р. М., Скальный А. В.* Химические элементы-микронутриенты как резерв восстановления здоровья жителей России. Оренбург : РИК ГОУ ОГУ, 2004а. 421 с.
- Скальная М. Г., Скальный А. В., Демидов В. А. и др.* Установление границ физиологического (нормального) содержания некоторых химических элементов в волосах жителей г. Москвы с применением центильных шкал // Вестник СПб ГМА им. И. И. Мечникова. 2004б. № 4. С. 82–88.

Скальный А. В. Референтные значения концентраций химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС (АНО Центр биотической медицины) // Микроэлементы в медицине. 2003. № 4 (1). С. 55–56.

Скальный А. В. Установление границ допустимого содержания химических элементов в волосах детей с применением центильных шкал // Вестник СПб ГМА им. И. И. Мечникова. 2002. № 1–2 (3). С. 62–65.

Скальный А. В., Скальная М. Г., Лакарова Е. В. и др. Методы исследования элементного состава организма : теоретические и прикладные аспекты // Микроэлементы в медицине. 2012. № 13 (3). С. 14–18.

Сусликов В. Л. Геохимическая экология болезней. Т. 2. Атомовиты. М. : Гелиос АРВ, 2000. 672 с.

Приложение

Таблица 2

Центильные шкалы для оценки содержания химических элементов

Центиль	Al	As	B	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	I
3	3.05	0.02	0.40	0.00	142.69	0.00	0.01	0.18	6.95	10.71	0.03	0.36
5	3.88	0.02	0.62	0.00	151.79	0.01	0.01	0.27	7.12	12.04	0.04	0.53
10	6.44	0.04	1.04	0.00	198.28	0.01	0.01	0.34	7.64	13.59	0.09	0.80
25	10.43	0.04	1.64	0.00	272.69	0.03	0.01	0.50	8.59	18.54	0.15	1.75
50	14.93	0.04	3.06	0.00	424.56	0.05	0.02	0.72	9.86	25.35	0.24	6.38
75	22.18	0.08	4.22	0.00	577.30	0.11	0.02	1.04	11.58	36.28	0.35	31.80
90	35.14	0.13	6.82	0.01	807.89	0.27	0.03	1.61	14.81	57.10	0.48	103.54
95	51.30	0.20	11.09	0.02	1058.35	0.37	0.05	1.89	19.27	87.39	0.52	180.39
97	53.82	0.35	15.88	0.05	1144.32	0.43	0.09	2.72	26.29	333.75	0.87	233.93

Примечание. Здесь и далее серым цветом выделен диапазон значений региональной

Таблица 3

Центильные шкалы для оценки содержания химических элементов

Центиль	Al	As	B	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	I
3	4.32	0.03	0.60	0.00	91.58	0.01	0.00	0.17	6.04	9.76	0.01	0.30
5	4.38	0.04	0.62	0.00	103.43	0.01	0.01	0.27	7.62	10.46	0.02	0.30
10	5.00	0.04	0.94	0.00	133.88	0.01	0.01	0.30	8.12	11.52	0.02	0.45
25	7.28	0.06	1.44	0.00	176.83	0.02	0.01	0.46	8.96	13.70	0.06	0.78
50	10.55	0.09	2.03	0.00	211.62	0.05	0.01	0.77	9.74	16.71	0.14	1.62
75	16.11	0.12	5.44	0.01	253.04	0.10	0.02	1.27	11.60	24.77	0.28	5.26
90	25.06	0.22	9.39	0.01	333.04	0.17	0.03	1.74	13.02	38.80	0.44	11.45
95	26.23	0.34	10.81	0.02	460.31	0.23	0.05	2.33	14.21	62.11	0.80	23.06
97	29.93	0.42	13.90	0.03	993.17	0.28	0.06	2.70	16.23	181.06	0.95	30.68

Таблица 4

Центильные шкалы для оценки содержания химических элементов

Центиль	Al	As	B	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	I
3	2.17	0.00	0.07	0.00	76.81	0.01	0.01	0.18	5.03	9.51	0.09	0.30
5	3.30	0.01	0.09	0.00	89.67	0.01	0.01	0.21	5.30	9.77	0.10	0.31
10	4.35	0.02	0.33	0.00	102.30	0.01	0.01	0.26	6.81	9.94	0.12	0.40
25	6.28	0.04	1.06	0.00	154.17	0.02	0.01	0.35	7.98	12.95	0.19	0.50
50	8.03	0.05	1.71	0.00	199.02	0.03	0.01	0.61	9.41	17.45	0.27	0.93
75	14.00	0.08	3.36	0.00	282.95	0.05	0.02	0.99	12.16	24.26	0.46	2.15
90	19.03	0.14	4.42	0.00	504.98	0.10	0.03	1.32	26.88	29.82	0.60	4.36
95	26.29	0.15	6.79	0.01	512.40	0.35	0.04	1.61	57.86	43.09	1.06	6.69
97	28.83	0.16	7.83	0.01	641.60	0.36	0.05	1.62	69.03	51.55	2.65	10.90

в организме детей в возрасте до 1 года, мкг/г

K	Li	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sn	V	Zn
80.33	0.01	7.14	0.14	43.70	0.12	101.19	0.15	0.28	5.69	0.08	0.01	45.77
127.74	0.01	9.94	0.20	55.23	0.14	109.98	0.22	0.29	10.61	0.09	0.02	49.93
226.35	0.01	14.05	0.31	143.91	0.14	118.93	0.31	0.33	12.89	0.11	0.02	56.93
508.52	0.02	19.33	0.48	248.51	0.20	126.40	0.53	0.40	18.97	0.17	0.07	101.80
983.46	0.02	30.23	1.13	486.84	0.27	141.30	0.97	0.71	28.01	0.31	0.10	163.85
1543.09	0.04	43.81	2.77	657.58	0.52	157.00	2.03	0.91	3.98	0.64	0.19	203.10
2971.52	0.07	74.74	6.39	1274.10	0.95	195.16	6.85	1.29	57.92	1.28	0.32	264.97
3866.02	0.08	80.76	9.86	1921.59	1.17	211.14	10.34	2.56	110.84	2.23	0.43	297.14
4557.64	0.13	83.36	13.15	2433.90	2.39	365.52	17.03	6.48	212.14	12.41	0.64	283.00

нормы.

в организме детей в возрасте 1–3 лет, мкг/г

K	Li	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sn	V	Zn
38.34	0.01	4.44	0.08	25.37	0.08	89.29	0.20	0.06	4.54	0.06	0.01	29.84
51.34	0.01	4.83	0.09	43.60	0.09	94.29	0.22	0.10	6.28	0.08	0.01	37.34
81.47	0.01	7.18	0.12	50.34	0.13	105.84	0.28	0.11	9.38	0.11	0.01	41.16
171.76	0.01	11.28	0.18	102.33	0.17	117.40	0.47	0.27	16.38	0.16	0.05	71.24
480.07	0.02	14.02	0.30	365.70	0.22	128.97	0.85	0.40	28.52	0.28	0.11	112.53
1373.00	0.03	17.65	0.47	1251.48	0.39	149.30	2.11	0.51	42.47	0.73	0.23	147.30
2089.06	0.06	26.88	0.67	1706.80	0.59	169.78	4.49	0.69	59.83	1.01	0.35	187.26
3429.26	0.11	46.37	1.93	2310.03	0.98	185.10	6.30	0.89	76.20	1.11	0.58	203.20
8316.97	0.20	66.91	4.77	3372.46	1.20	199.48	7.01	1.06	132.53	1.47	0.68	234.99

в организме детей в возрасте 4–7 лет, мкг/г

K	Li	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sn	V	Zn
6.61	0.00	4.70	0.17	16.40	0.02	91.64	0.13	0.12	1.54	0.04	0.01	18.94
6.65	0.01	5.52	0.18	16.65	0.08	103.70	0.15	0.20	1.93	0.06	0.01	24.20
17.72	0.01	7.17	0.18	26.96	0.08	115.17	0.22	0.28	8.74	0.07	0.01	49.05
53.84	0.01	10.58	0.22	65.11	0.13	117.70	0.33	0.35	15.00	0.11	0.02	78.69
313.10	0.01	14.66	0.29	246.80	0.18	132.80	0.52	0.46	23.02	0.20	0.08	111.37
1129.14	0.03	19.85	0.52	965.06	0.26	157.52	1.08	0.68	39.39	0.32	0.22	158.50
2518.11	0.04	54.86	0.79	2821.43	0.63	191.60	1.96	0.84	43.87	0.39	0.31	215.47
2932.00	0.06	190.67	1.02	3251.46	1.30	220.33	3.79	1.24	48.98	1.06	0.41	225.01
4003.77	0.09	294.18	1.68	3577.86	1.31	243.67	5.05	2.07	87.74	1.16	0.87	242.11

Таблица 5

Центильные шкалы для оценки содержания химических элементов

Центиль	Al	As	B	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	I
3	3.63	0.02	0.16	0.00	96.61	0.00	0.00	0.11	5.97	10.79	0.04	0.16
5	4.77	0.02	0.17	0.00	106.79	0.00	0.00	0.16	6.30	11.05	0.04	0.20
10	5.81	0.04	0.24	0.00	132.17	0.01	0.01	0.24	7.02	12.29	0.06	0.30
25	8.28	0.04	0.62	0.00	171.55	0.02	0.01	0.34	7.91	13.19	0.11	0.33
50	12.37	0.06	1.15	0.00	228.27	0.05	0.01	0.56	8.81	19.40	0.16	0.49
75	16.89	0.22	2.08	0.00	310.75	0.22	0.06	0.93	10.87	27.02	0.27	0.80
90	20.46	0.38	4.78	0.00	490.92	0.40	0.19	1.23	11.48	50.21	0.41	1.75
95	26.11	0.56	6.81	0.01	809.64	0.61	0.28	1.77	13.59	58.81	0.66	5.32
97	29.20	0.64	7.15	0.01	939.03	0.88	0.31	2.02	15.76	158.29	0.70	6.43

Таблица 6

Центильные шкалы для оценки содержания химических элементов

Центиль	Al	As	B	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	I
3	2.15	0.01	0.17	0.00	100.61	0.00	0.00	0.01	5.03	8.77	0.08	0.03
5	3.19	0.02	0.17	0.00	118.14	0.00	0.00	0.02	6.39	8.96	0.08	0.03
10	5.40	0.03	0.24	0.00	143.15	0.00	0.00	0.12	6.84	9.58	0.13	0.19
25	9.04	0.04	0.52	0.00	190.62	0.01	0.01	0.30	7.40	13.49	0.18	0.30
50	12.31	0.06	0.80	0.00	276.80	0.04	0.02	0.49	8.93	19.36	0.29	0.67
75	17.53	0.15	0.99	0.00	385.98	0.11	0.14	1.03	10.62	26.09	0.32	1.22
90	24.59	0.33	1.33	0.01	524.80	0.29	0.23	1.22	12.01	32.59	0.44	1.67
95	30.29	0.38	1.40	0.01	571.39	0.35	0.31	1.36	14.30	41.01	0.51	1.80
97	37.56	0.42	1.80	0.10	750.03	0.43	0.34	1.46	15.59	77.59	0.75	2.01

Таблица 7

Центильные шкалы для оценки содержания химических элементов

Центиль	Al	As	B	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	I
3	1.79	0.04	0.02	0.00	84.77	0.00	0.00	0.19	6.06	5.85	0.07	0.30
5	2.03	0.04	0.04	0.00	99.48	0.00	0.00	0.20	6.55	6.56	0.08	0.30
10	2.68	0.04	0.14	0.00	116.20	0.01	0.00	0.22	7.07	7.86	0.09	0.30
25	4.34	0.04	0.35	0.00	157.35	0.01	0.01	0.30	7.93	11.48	0.13	0.30
50	8.11	0.05	0.88	0.00	196.57	0.02	0.01	0.43	9.54	16.64	0.24	0.30
75	12.91	0.07	2.01	0.00	267.30	0.06	0.01	0.65	11.37	22.96	0.39	0.69
90	19.10	0.13	18.98	0.00	354.15	0.18	0.02	0.94	13.24	30.50	0.53	1.73
95	25.83	0.20	55.84	0.00	449.77	0.34	0.10	1.40	15.10	40.46	0.86	3.30
97	28.13	0.28	88.51	0.01	501.07	0.56	0.12	1.79	18.57	45.61	0.96	6.74

в организме мальчиков в возрасте 8–12 лет, мкг/г

K	Li	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sn	V	Zn
17.30	0.00	3.96	0.15	14.73	0.10	96.31	0.11	0.12	7.06	0.02	0.00	88.19
21.33	0.00	4.05	0.17	26.96	0.11	100.74	0.12	0.16	9.52	0.05	0.01	90.05
36.63	0.00	7.34	0.22	51.63	0.11	115.14	0.15	0.28	10.69	0.05	0.01	94.62
76.07	0.01	10.47	0.29	108.20	0.14	131.92	0.28	0.38	13.90	0.09	0.02	134.60
149.40	0.01	14.05	0.47	298.40	0.24	146.61	0.59	0.49	23.43	0.21	0.06	161.20
373.28	0.02	19.64	0.61	758.00	0.84	158.41	1.50	0.94	33.15	1.01	0.13	182.91
649.07	0.05	24.59	0.93	1520.80	1.33	168.61	3.27	1.78	49.35	1.43	0.24	218.94
1183.77	0.08	29.54	1.05	2505.10	1.41	175.96	10.74	3.16	77.33	2.19	0.37	240.98
1803.66	0.11	115.56	1.24	3069.01	1.49	18.47	22.35	6.34	103.75	2.64	0.48	268.01

в организме девочек в возрасте 8–11 лет, мкг/г

K	Li	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sn	V	Zn
9.53	0.00	4.79	0.12	18.27	0.05	99.69	0.02	0.20	8.33	0.02	0.01	92.64
12.11	0.00	6.81	0.15	19.17	0.05	112.91	0.06	0.22	8.59	0.03	0.01	104.33
15.66	0.00	8.68	0.23	34.25	0.08	120.51	0.10	0.27	11.94	0.05	0.02	131.30
21.61	0.01	12.15	0.31	59.05	0.16	128.85	0.15	0.39	15.37	0.11	0.32	143.80
50.53	0.01	19.78	0.50	88.65	0.28	151.55	0.52	0.59	25.35	0.19	0.09	172.05
119.23	0.03	28.20	0.73	273.03	0.62	160.80	0.95	1.05	38.68	1.09	0.15	184.70
346.85	0.12	52.11	1.07	531.60	1.41	178.80	1.62	1.53	122.94	2.03	0.21	210.35
456.26	0.39	64.57	1.23	993.62	2.26	185.02	3.08	3.00	187.28	2.77	0.22	249.77
779.69	0.49	131.71	1.89	1389.78	2.49	196.39	3.37	3.70	197.08	3.08	0.23	539.44

в организме мальчиков в возрасте 13–16 лет, мкг/г

K	Li	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sn	V	Zn
5.10	0.01	6.59	0.10	11.25	0.08	68.73	0.12	0.11	7.80	0.03	0.01	80.89
7.10	0.01	8.09	0.12	23.64	0.09	76.46	0.13	0.16	8.21	0.04	0.02	88.05
18.46	0.01	10.22	0.15	40.49	0.10	98.46	0.15	0.25	10.54	0.04	0.03	104.11
35.70	0.01	13.43	0.25	103.75	0.12	119.09	0.25	0.32	16.51	0.06	0.04	146.28
96.92	0.01	19.54	0.39	187.10	0.17	139.27	0.53	0.40	26.67	0.08	0.08	171.80
209.14	0.03	26.09	0.55	447.29	0.28	155.67	1.19	0.53	40.56	0.16	0.12	200.16
793.59	0.05	32.32	0.83	1387.37	0.50	168.41	2.88	0.76	91.36	0.29	0.21	264.52
1015.27	0.07	41.87	1.15	2091.35	0.81	183.48	4.83	1.20	126.27	0.43	0.30	287.34
1142.30	0.09	53.09	1.41	2416.57	0.97	204.42	8.19	1.92	186.75	1.20	0.44	379.18

Таблица 8

Центильные шкалы для оценки содержания химических элементов

Центиль	Al	As	B	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	I
3	1.82	0.03	0.01	0.00	93.00	0.00	0.00	0.08	5.24	6.08	0.07	0.30
5	2.22	0.03	0.04	0.00	102.82	0.00	0.00	0.13	5.85	7.17	0.08	0.30
10	3.17	0.04	0.07	0.00	151.81	0.00	0.01	0.17	6.54	9.13	0.12	0.30
25	4.63	0.04	0.29	0.00	197.45	0.01	0.01	0.22	8.39	11.57	0.18	0.30
50	6.83	0.04	0.54	0.00	257.40	0.01	0.01	0.31	9.65	16.44	0.24	0.30
75	11.06	0.05	0.92	0.00	375.79	0.02	0.02	0.54	11.02	22.35	0.36	0.52
90	15.64	0.16	1.90	0.00	506.46	0.10	0.06	0.88	12.83	33.27	0.63	1.20
95	18.88	0.41	2.94	0.00	771.42	0.21	0.10	1.07	14.87	46.10	0.88	2.30
97	20.26	0.50	5.76	0.01	1030.22	0.29	0.13	1.21	19.73	57.48	0.96	7.76

Таблица 9

Центильные шкалы для оценки содержания химических элементов

Центиль	Al	As	B	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	I
3	1.57	0.04	0.08	0.00	109.52	0.01	0.00	0.23	7.23	6.55	0.02	0.20
5	1.62	0.04	0.09	0.00	109.75	0.01	0.00	0.25	7.26	6.86	0.02	0.30
10	2.05	0.04	0.11	0.00	110.96	0.01	0.00	0.33	7.52	6.95	0.02	0.30
25	2.88	0.04	0.22	0.00	163.14	0.01	0.00	0.45	8.03	7.66	0.04	0.30
50	4.39	0.09	0.37	0.00	206.35	0.02	0.00	0.75	8.64	10.31	0.09	0.35
75	6.23	0.10	0.60	0.00	308.24	0.03	0.01	1.03	9.69	14.25	0.16	0.72
90	13.55	0.14	1.35	0.00	357.70	0.05	0.01	1.21	10.69	21.06	0.23	1.24
95	19.07	0.16	2.59	0.00	366.93	0.06	0.02	1.84	11.63	27.28	0.39	1.64
97	20.48	0.22	9.20	0.00	374.33	0.38	0.12	2.01	12.39	32.79	0.46	2.13

Таблица 10

Центильные шкалы для оценки содержания химических элементов

Центиль	Al	As	B	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	I
3	1.12	0.01	0.08	0.00	137.17	0.00	0.00	0.09	5.65	5.85	0.07	0.30
5	1.41	0.03	0.09	0.00	143.80	0.00	0.00	0.14	6.32	6.36	0.11	0.30
10	2.28	0.04	0.13	0.00	168.52	0.00	0.00	0.16	6.65	9.64	0.15	0.30
25	3.83	0.04	0.18	0.00	214.52	0.01	0.01	0.20	7.82	12.78	0.23	0.03
50	6.56	0.04	0.40	0.00	283.98	0.01	0.01	0.29	9.03	17.19	0.30	0.30
75	12.85	0.09	0.79	0.00	467.68	0.05	0.02	0.58	11.08	23.30	0.43	0.63
90	18.10	0.28	1.32	0.01	797.35	0.16	0.10	1.03	12.29	33.38	0.70	1.29
95	24.31	0.42	1.53	0.01	1582.50	0.23	0.14	1.49	13.58	102.09	1.18	1.55
97	26.39	0.57	2.16	0.01	1999.95	0.38	0.18	0.60	13.72	167.32	1.68	2.21

в организме девочек в возрасте 12–15 лет, мкг/г

K	Li	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sn	V	Zn
3.78	0.00	8.60	0.15	3.75	0.06	68.35	0.05	0.10	7.58	0.02	0.01	102.89
4.08	0.01	9.99	0.17	10.48	0.08	77.12	0.06	0.16	8.72	0.02	0.01	111.29
7.26	0.01	12.83	0.24	20.57	0.09	98.41	0.08	0.22	12.08	0.04	0.03	133.30
16.75	0.01	17.80	0.37	40.96	0.11	118.74	0.12	0.28	17.83	0.06	0.04	155.05
31.89	0.01	23.84	0.55	88.93	0.17	142.39	0.19	0.40	31.42	0.09	0.06	173.20
61.57	0.02	37.34	0.94	175.80	0.30	160.59	0.30	0.51	49.48	0.19	0.10	196.63
135.68	0.03	62.96	1.51	328.19	0.49	173.24	0.54	0.84	108.28	0.39	0.18	231.13
276.53	0.03	118.69	1.79	638.11	0.75	178.45	0.81	1.88	176.26	0.89	0.32	395.66
338.26	0.05	198.79	3.13	867.10	1.04	195.98	0.90	2.38	210.17	1.93	0.41	489.22

в организме юношей в возрасте 17–21 лет, мкг/г

K	Li	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sn	V	Zn
11.28	0.01	10.28	0.11	33.19	0.06	93.05	0.02	0.09	3.57	0.02	0.01	111.11
15.42	0.01	10.62	0.14	41.88	0.06	93.91	0.03	0.10	5.26	0.02	0.01	119.95
27.55	0.01	12.80	0.17	70.33	0.06	98.37	0.05	0.10	11.10	0.03	0.04	122.87
57.80	0.01	13.97	0.20	143.68	0.11	109.93	0.11	0.21	14.51	0.04	0.07	140.95
120.45	0.01	18.16	0.29	226.90	0.14	131.76	0.23	0.31	34.58	0.06	0.14	154.95
273.55	0.01	25.37	0.41	576.10	0.24	151.29	0.66	0.49	44.82	0.08	0.17	167.05
430.48	0.02	45.61	0.88	1093.47	0.40	168.04	0.88	0.57	61.48	0.13	0.24	191.31
485.29	0.02	49.31	1.11	1443.25	0.49	174.56	1.24	0.67	65.63	0.13	0.27	258.52
558.20	0.03	50.86	1.16	1998.95	0.59	192.14	5.74	0.71	163.28	0.15	0.38	309.32

в организме девушек в возрасте 16–20 лет, мкг/г

K	Li	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sn	V	Zn
1.25	0.00	11.64	0.12	3.75	0.05	104.09	0.03	0.13	3.71	0.01	0.01	115.39
1.86	0.01	12.25	0.18	3.75	0.05	110.44	0.04	0.24	5.03	0.01	0.01	120.20
2.79	0.01	14.30	0.21	14.10	0.07	119.37	0.06	0.29	12.17	0.02	0.01	141.98
10.22	0.01	18.74	0.39	37.42	0.11	129.74	0.09	0.38	18.76	0.04	0.03	158.36
21.12	0.01	26.51	0.64	79.60	0.23	140.10	0.13	0.49	35.19	0.08	0.04	172.12
68.70	0.01	41.46	1.08	210.90	0.41	157.88	0.38	0.61	54.69	0.25	0.12	208.15
189.33	0.04	73.54	1.94	666.47	1.01	183.95	0.74	1.25	99.12	0.99	0.22	282.75
334.28	0.05	148.68	4.63	1031.72	1.57	207.23	0.92	1.94	188.60	1.10	0.30	372.00
465.31	0.70	173.53	5.75	1287.90	2.18	210.28	1.69	2.76	216.86	1.48	0.33	504.30

Таблица 11

Центильные шкалы для оценки содержания химических элементов

Центиль	Al	As	B	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	I
3	1.95	0.04	0.18	0.00	119.95	0.00	0.00	0.10	7.57	9.55	0.08	0.18
5	3.40	0.04	0.21	0.00	122.74	0.00	0.00	0.18	7.93	10.35	0.08	0.28
10	4.19	0.04	0.29	0.00	137.92	0.01	0.00	0.24	8.57	11.34	0.10	0.30
25	6.37	0.05	0.59	0.00	183.80	0.01	0.01	0.45	9.85	13.86	0.21	0.31
50	9.98	0.08	0.85	0.00	260.81	0.03	0.01	0.72	10.90	18.13	0.53	0.67
75	14.22	0.12	1.63	0.00	327.10	0.05	0.02	1.00	12.19	27.07	0.86	1.12
90	23.86	0.20	3.37	0.01	409.50	0.16	0.03	1.47	13.52	42.81	1.19	3.42
95	28.91	0.28	6.18	0.02	561.82	0.30	0.07	2.23	14.39	88.57	1.59	4.68
97	42.29	0.55	15.14	0.06	1192.90	0.39	0.16	2.75	17.22	180.39	1.69	15.72

Таблица 12

Центильные шкалы для оценки содержания химических элементов

Центиль	Al	As	B	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	I
3	2.16	0.01	0.13	0.00	118.33	0.00	0.00	0.04	5.81	8.49	0.07	0.08
5	2.57	0.01	0.14	0.00	137.73	0.00	0.00	0.05	6.54	10.31	0.08	0.10
10	3.21	0.02	0.23	0.00	166.57	0.00	0.01	0.10	7.40	11.56	0.09	0.20
25	4.37	0.04	0.33	0.00	257.36	0.00	0.01	0.23	8.46	14.21	0.30	0.30
50	7.62	0.04	0.55	0.00	449.47	0.01	0.01	0.35	10.02	19.74	0.48	0.51
75	13.82	0.06	1.31	0.00	761.49	0.02	0.02	0.53	11.55	29.69	0.67	1.05
90	19.18	0.15	3.50	0.01	1215.03	0.05	0.04	0.71	13.83	45.73	0.87	3.33
95	28.71	0.55	5.13	0.01	1600.00	0.07	0.11	1.07	16.80	78.83	1.02	16.78
97	32.16	0.95	7.11	0.01	1816.24	0.11	0.13	1.79	18.79	85.19	1.11	20.57

Таблица 13

Центильные шкалы для оценки содержания химических элементов

Центиль	Al	As	B	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	I
3	2.02	0.01	0.29	0.00	112.83	0.00	0.00	0.03	6.84	6.85	0.12	0.08
5	3.23	0.03	0.30	0.00	129.36	0.00	0.01	0.05	7.04	7.55	0.14	0.09
10	3.73	0.03	0.31	0.00	158.46	0.01	0.01	0.08	7.55	11.72	0.19	0.12
25	5.83	0.05	0.57	0.00	220.25	0.02	0.01	0.27	8.56	14.35	0.39	0.44
50	11.82	0.08	0.89	0.00	307.30	0.06	0.02	0.56	9.86	23.98	0.62	0.86
75	22.77	0.20	3.02	0.01	395.85	0.13	0.08	1.08	12.63	38.84	0.95	3.43
90	34.22	0.72	4.62	0.02	727.93	0.39	0.15	1.52	17.25	58.67	1.55	6.72
95	54.36	1.03	8.30	0.02	838.00	0.53	0.25	1.65	18.93	66.60	2.21	7.72
97	62.79	1.13	9.26	0.02	996.36	0.65	0.44	1.94	20.46	88.89	2.37	334.10

в организме мужчин в возрасте 22–35 лет, мкг/г

K	Li	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sn	V	Zn
9.55	0.01	10.73	0.19	12.19	0.07	118.38	0.05	0.01	5.67	0.02	0.01	107.73
11.88	0.01	11.31	0.22	15.16	0.09	123.34	0.11	0.13	9.81	0.03	0.01	121.53
14.63	0.01	14.63	0.23	26.34	0.11	132.27	0.19	0.17	13.92	0.03	0.01	151.10
45.60	0.01	20.56	0.27	62.37	0.15	143.70	0.30	0.30	20.10	0.06	0.03	166.50
110.40	0.02	27.13	0.43	198.51	0.21	159.72	0.48	0.38	32.43	0.09	0.11	190.60
166.70	0.03	35.63	0.70	414.41	0.34	173.90	0.92	0.51	47.80	0.17	0.19	216.90
338.19	0.04	49.53	1.64	808.47	0.46	189.94	2.25	0.60	68.72	0.26	0.33	299.40
460.34	0.05	90.58	1.86	915.32	0.92	209.89	4.35	1.35	88.75	0.32	0.44	421.21
496.18	0.07	118.85	2.32	973.29	1.03	220.81	5.66	1.54	139.33	0.52	0.58	455.22

в организме женщин в возрасте 21–35 лет, мкг/г

K	Li	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sn	V	Zn
2.83	0.00	13.25	0.14	7.09	0.00	112.41	0.03	0.10	9.23	0.01	0.00	106.99
3.54	0.00	14.63	0.18	11.55	0.04	120.49	0.04	0.10	12.08	0.02	0.01	113.61
9.64	0.01	15.98	0.26	18.85	0.06	124.59	0.06	0.17	13.61	0.03	0.01	138.64
17.09	0.01	21.34	0.43	40.65	0.11	137.35	0.09	0.26	17.40	0.04	0.02	154.52
37.64	0.01	33.46	0.86	84.12	0.18	151.33	0.16	0.34	28.39	0.08	0.04	176.75
76.84	0.02	68.27	1.66	184.43	0.31	165.73	0.33	0.48	46.15	0.20	0.08	211.68
182.56	0.03	124.98	3.49	425.66	0.54	187.32	0.92	0.76	116.03	0.58	0.12	300.59
367.75	0.05	209.63	4.80	726.27	0.68	206.46	1.71	1.63	243.87	1.15	0.18	380.66
541.06	0.07	293.30	7.08	1080.39	1.05	231.37	5.09	3.80	303.35	1.75	0.19	401.93

в организме мужчин в возрасте 36–60 лет, мкг/г

K	Li	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sn	V	Zn
35.33	0.00	11.07	0.15	64.52	0.09	117.33	0.16	0.21	7.28	0.04	0.01	91.82
35.65	0.00	12.16	0.24	78.03	0.09	124.57	0.22	0.22	9.00	0.04	0.01	96.48
36.19	0.00	13.84	0.28	112.68	0.10	130.82	0.33	0.25	11.22	0.06	0.01	117.37
73.39	0.01	19.16	0.41	187.01	0.18	148.74	0.53	0.39	14.23	0.09	0.01	131.49
178.00	0.02	26.49	0.70	397.90	0.29	162.79	1.21	0.53	22.39	0.11	0.04	173.25
527.86	0.04	37.89	0.96	911.98	0.49	185.74	4.99	0.80	31.52	0.20	0.09	208.45
799.87	0.08	93.10	2.05	2362.57	0.84	202.45	9.19	2.30	52.04	0.52	0.19	256.30
2704.50	0.19	104.61	3.12	4929.10	0.99	230.26	16.38	3.47	67.89	0.56	0.23	371.89
3064.04	0.73	177.67	9.43	6105.72	3.97	269.81	22.27	4.98	75.79	0.62	0.24	469.98

Таблица 14

Центильные шкалы для оценки содержания химических элементов

Центиль	Al	As	B	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	I
3	2.29	0.00	0.03	0.00	142.01	0.00	0.00	0.03	7.25	7.98	0.14	0.09
5	2.75	0.01	0.06	0.00	185.09	0.00	0.00	0.04	7.46	8.23	0.17	0.14
10	3.48	0.02	0.14	0.00	216.95	0.00	0.01	0.06	8.01	9.65	0.19	0.21
25	4.78	0.03	0.27	0.00	283.65	0.01	0.01	0.17	9.01	13.28	0.39	0.30
50	8.93	0.04	0.80	0.00	499.12	0.01	0.02	0.35	10.28	18.91	0.52	0.54
75	15.19	0.08	2.09	0.01	980.13	0.04	0.04	0.54	11.56	26.17	0.69	1.51
90	22.15	0.26	5.65	0.02	1447.00	0.11	0.10	0.85	13.05	38.34	1.05	2.80
95	25.56	0.46	19.02	0.03	1893.20	0.20	0.24	1.11	16.50	71.36	1.20	3.38
97	28.11	0.88	24.58	0.08	2241.66	0.22	0.28	1.26	17.53	119.16	1.43	7.98

Таблица 15

Центильные шкалы для оценки содержания химических элементов

Центиль	Al	As	B	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	I
3	1.63	0.01	0.19	0.00	120.10	0.00	0.00	0.03	7.14	4.06	0.08	0.22
5	1.82	0.02	0.21	0.00	150.00	0.00	0.00	0.05	7.24	4.31	0.09	0.24
10	2.12	0.02	0.25	0.00	175.00	0.00	0.00	0.08	7.58	6.01	0.16	0.30
25	3.38	0.04	0.52	0.00	230.12	0.01	0.01	0.19	8.32	8.37	0.30	0.31
50	5.42	0.06	0.95	0.00	340.43	0.02	0.01	0.41	9.68	14.06	0.47	0.61
75	8.14	0.14	2.16	0.01	528.01	0.04	0.03	0.69	10.95	25.13	0.65	1.89
90	14.74	1.24	3.41	0.01	798.40	0.16	0.07	0.84	13.71	44.59	0.94	10.40
95	25.68	1.40	7.17	0.01	1338.00	0.36	0.09	1.09	17.07	64.07	1.08	15.58
97	29.78	1.55	10.44	0.03	1849.26	0.79	0.12	1.12	20.04	68.45	1.15	50.62

в организме женщин в возрасте 36–55 лет, мкг/г

K	Li	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sn	V	Zn
5.31	0.00	12.47	0.15	15.80	0.03	113.88	0.04	0.15	3.89	0.01	0.01	99.46
10.29	0.00	15.52	0.19	22.16	0.05	118.25	0.05	0.18	5.14	0.01	0.01	117.40
14.45	0.00	19.29	0.32	41.08	0.07	124.46	0.06	0.21	9.76	0.02	0.01	124.33
26.94	0.02	27.24	0.50	74.87	0.11	140.38	0.11	0.28	15.10	0.04	0.02	147.13
70.64	0.01	47.26	1.29	164.09	0.17	156.05	0.26	0.46	23.43	0.08	0.05	174.42
197.63	0.02	108.98	2.28	560.74	0.32	181.30	0.54	0.88	38.01	0.16	0.09	201.48
327.98	0.04	154.69	4.94	961.53	0.65	199.94	1.35	2.71	101.34	0.45	0.12	248.02
434.92	0.07	221.53	7.29	1111.50	0.88	207.67	2.72	4.61	149.26	2.19	0.17	321.56
625.67	0.09	323.07	9.46	1315.27	1.48	216.99	4.17	6.94	287.43	2.60	0.23	365.28

в организме мужчин старше 60 лет и женщин старше 55 лет, мкг/г

K	Li	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sn	V	Zn
6.40	0.01	10.71	0.11	26.88	0.01	112.88	0.05	0.10	8.50	0.01	0.00	82.29
10.90	0.01	13.03	0.14	36.99	0.05	118.39	0.06	0.14	9.58	0.02	0.00	102.55
23.35	0.01	16.76	0.23	72.44	0.07	129.40	0.07	0.21	10.99	0.03	0.01	125.36
54.20	0.01	22.56	0.40	141.59	0.11	140.65	0.14	0.32	14.43	0.05	0.02	154.56
120.67	0.01	37.19	0.76	305.00	0.13	158.50	0.34	0.63	23.79	0.08	0.07	180.50
314.67	0.02	65.05	1.64	767.40	0.29	171.94	0.86	0.94	67.68	0.20	0.11	202.22
802.40	0.05	100.80	3.49	2211.65	0.60	191.20	1.39	2.53	93.05	0.41	0.15	220.89
1278.03	0.11	159.04	4.60	3163.47	0.81	200.64	1.65	3.73	119.23	0.65	0.23	257.40
2033.77	0.19	225.22	5.45	5697.20	1.33	205.65	3.65	4.41	137.36	1.20	0.27	276.38

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Выбор объекта исследования и биологического материала. Методы исследования	5
Глава 2. Нормативные показатели содержания химических элементов в волосах детского населения г. Магадана	9
Глава 3. Нормативные показатели содержания химических элементов в волосах взрослого населения г. Магадана	11
Заключение	13
Библиографический список	14
Приложение: табл. 2–15	16

Для заметок

Научно-практические рекомендации

Елена Александровна **Луговая**
Евгения Михайловна **Степанова**

**Региональные показатели содержания
макро- и микроэлементов в организме жителей
г. Магадана**

Редактор, корректор *Т. А. Фокас*
Дизайн обложки *Е. А. Луговой*

Подписано к печати 01.10.2019 г. Формат 60 × 84/16. Бумага «Люкс». Гарнитура «Таймс».
Усл. печ. л. 1,39. Уч.-изд. л. 1,10. Тираж 100.

НИЦ «Арктика» ДВО РАН. 685000, Магадан, пр. Карла Маркса, 24

Отпечатано с оригинала-макета в типографии «Экспресс-полиграфия»: ИП Чингилян,
685000, г. Магадан, ул. Парковая, д. 13, оф. 101.