

# СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ

© Луговая Е.А., Степанова Е.М., 2015

Е.А. Луговая, Е.М. Степанова

## РЕФЕРЕНСНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОЛОСАХ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ г. МАГАДАНА

Научно-исследовательский центр «Арктика» ДВО РАН, г. Магадан, РФ

Е.А. Lugovaya, Е.М. Stepanova

## REFERENCE VALUES OF CHEMICAL ELEMENTS IN HAIR OF CHILDREN AND ADOLESCENTS LIVING IN MAGADAN

Scientific Research Center «Arktika», Magadan, Russia

Для оценки обеспеченности организма основными биоэлементами и определения региональных показателей концентраций элементов в волосах детей и подростков уроженцев-европеоидов г. Магадана спектрометрическими методами определяли содержание 25 макро- и микроэлементов. Элементный статус всех обследованных лиц характеризуется выраженным дефицитом Ca, Co, Mg, Se и избытком Si. Избыток элементов обнаружен у детей грудного, раннего и дошкольного возраста, в то время как глубокий дефицит элементов выявлен у более старших обследованных. Наиболее стабильная возрастная динамика формирования элементного профиля организма наблюдается у детей дошкольного возраста, тогда как элементная система девочек существенно разбалансирована в период 8–11 лет, а у мальчиков – в 13–16 лет, что позволяет их отнести к группам риска по развитию микроэлементозов.

*Ключевые слова:* макроэлементы, микроэлементы, дисбаланс, дети, подростки, Север.

Objective of the research – to evaluate sufficiency of main bioelements and determine regional indicators of elements concentrations in hair of children and adolescents, born and living in Magadan. The study included evaluation of 25 macro- and micronutrients content by spectrometric method. Elemental status of all persons surveyed is characterized by a marked shortage of Ca, Co, Mg, Se and excess of Si. Excess elements were found in infants and children of preschool age, while a deep deficit of elements identified in older patients. The most stable age dynamics of body elemental profile formation found in children of preschool age, while the elemental system is significantly unbalanced in girls between 8–11 years old, and boys – in 13–16 years old, that which puts them at risk group for microelementoses development.

*Keywords:* macronutrients, micronutrients, imbalance, children, adolescents, North.

Проблема сохранения и формирования здоровья детей и подростков в современных условиях развития России актуальна и значима. За последние годы в России произошло значительное ухудшение здоровья детского населения. По данным исследований, лишь 10% выпускников школ могут считаться здоровыми, 40% имеют различную хроническую патологию [1],

остальных можно отнести к числу «условно-здоровых» лиц. Особое значение это имеет для родившихся и постоянно проживающих в особых природно-климатических и биогеохимических условиях северных территорий, где экстремальность условий внешней среды определяется не только суровыми климатическими условиями (низкие температуры, ветер, высокая

### Контактная информация:

Луговая Елена Александровна – к.б.н., доц.,  
ученый секретарь Научно-исследовательского  
центра «Арктика» ДВО РАНФ  
Адрес: Россия, 685000, г. Магадан,  
пр-кт Карла Маркса, 24  
Тел.: (4132) 62-90-72, E-mail: elena\_plant@mail.ru  
Статья поступила 24.04.15,  
принята к печати 23.09.15.

### Contact Information:

Lugovaya Elena Alexandrovna – Ph.D., associate  
professor, Scientific secretary of Scientific  
Research Center «Arktika»  
Address: Russia, 685000, Magadan,  
Karl Marx prosp., 24  
Tel.: (4132) 62-90-72, E-mail: elena\_plant@mail.ru  
Received on Apr. 24, 2015,  
submitted for publication on Sep. 23, 2015.

влажность), повышенной активностью гелиогеомагнитных факторов (резкие перепады электромагнитного поля Земли, повышенное космическое излучение), но и необычной светопериодикой (полярный день, полярная ночь), бедностью окружающего ландшафта [2, 3]. Причем действие североспецифических факторов практически не компенсируется принимаемыми мерами [4], к природным факторам добавляются социально-экономические: значительная социальная и информационная изоляция, однообразие питания с дефицитом необходимых для организма витаминов и микроэлементов (МЭ) и др. Весь этот сложный комплекс факторов Севера оказывает негативное влияние на здоровье населения, особенно детского, которое является социально-экономическим ресурсом страны и региона.

В настоящее время большое внимание в нормальной жизнедеятельности и адаптации человека и животных придается макро- и микроэлементному гомеостазу [5]. Хорошо известно, что для поддержания жизни и сохранения здоровья организм человека нуждается в определенных количествах жизненно важных макро- и микроэлементов, участвующих в регуляции всех процессов жизнедеятельности, роста и развития. Неадекватное потребностям поступление элементов в организм человека или их потери могут привести к значительным нарушениям метаболизма, возникновению или усугублению различных заболеваний, одним из характерных следствий чего является развитие микроэлементозов – болезней дисбаланса нутриентов. Непосредственное участие многих элементов в большинстве биохимических процессов, связанных с развитием и ростом, делает проблему их изучения чрезвычайно актуальной для педиатрии [6].

Цель настоящего исследования – оценить обеспеченность организма детей и подростков уроженцев г. Магадана основными макро- и микроэлементами и определить региональные показатели концентраций химических элементов (ХЭ) в волосах.

#### Материалы и методы исследования

Методами 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 и ELAN 9000 (Perkin Elmer Corp., США) в ООО «Микронутриенты» (г. Москва) определяли содержание 25 ХЭ: алюминий (Al), мышьяк (As), бор (B), бериллий (Be), кальций (Ca), кадмий (Cd), кобальт (Co), хром (Cr), медь (Cu), железо (Fe), ртуть (Hg), йод (I), калий (K), литий (Li), магний (Mg), марганец (Mn), натрий (Na), никель (Ni), фосфор (P), свинец (Pb), селен (Se), кремний (Si), олово (Sn), ванадий (V), цинк (Zn) в волосах детей грудного (n=56, средний возраст 0,38±0,04 лет), раннего (n=55, средний возраст 1,97±0,1 лет), дошкольного (n=36, средний возраст 5,12±0,19 лет), младшего школьного (n=82, средний возраст 10,32±0,14 лет) и подросткового возраста (n=202,

средний возраст 13,98±0,07 лет). Обследованный контингент разделяли по возрастным группам согласно возрастной периодизации, принятой в 1965 г. на 7-й Всесоюзной конференции по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии АПН СССР в г. Москва [7]. Отсутствие достоверно значимых гендерных различий в содержании ХЭ в волосах обследованных детей грудного, дошкольного и младшего школьного возраста позволило нам анализировать данные без учета пола.

В качестве объекта элементного анализа использовали волосы с затылочной части головы. Правомерность и эффективность использования волос для оценки элементного статуса всего организма доказана результатами нескольких международных координированных программ, выполненных под эгидой Международного агентства по атомной энергии [8]. Взятие волос проводили с соблюдением требований биомедицинской этики, сопровождалось добровольно полученным письменным информированным согласием родителей несовершеннолетних детей. Пробы волос помещали в бумажные конверты и сопровождали анкетой обследуемого лица.

Принимая во внимание тот факт, что северные территории крайне отличаются от центральных районов России природно-климатическими, биогеохимическими, диетологическими и адаптационными характеристиками, ввиду отсутствия утвержденных нормативных значений концентраций ХЭ в волосах, для сравнения в качестве референтных величин концентраций элементов в волосах использованы среднероссийские показатели [9–11]. Для оценки тяжести отклонения содержания в волосах того или иного ХЭ использовали 4-балльную шкалу, где за отклонение I степени принимались значения ниже 25-го и выше 75-го процентилей, II степени – ниже 10-го и выше 90-го, III степени – ниже 5-го и выше 95-го и IV степени – ниже 3-го и выше 97-го процентиля [12, 13].

«Формулы» элементного дисбаланса были выведены на основе определения частот избытка или дефицита в волосах ХЭ (II и выше степени отклонения), встречающихся более чем у 10% лиц от числа обследованных в каждой группе.

Статистическая обработка полученных данных проведена с использованием пакета IBM SPSS Statistics 21. Закон распределения исследуемых числовых значений концентраций МЭ в исследовании отличался от нормального, и достоверность различий множественных независимых совокупностей определяли при помощи H-критерия Крускала–Уоллеса. Параметры описательной статистики для количественных показателей приведены в виде медианы (Me) и интерквартильной широты (25-й, 75-й процентиль). Анализ вероятностной связи между ХЭ в организме проводили с помощью ранговой корреляции Спирмена. Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принимали при  $p < 0,05$ .

На основании силы и количества корреляционных связей между макро- и микроэлементами определяли показатель степени адаптированности элементной системы организма к условиям окружающей

среды (A):  $A = n \cdot \sum K_k / N$ , где A – степень адаптированности в усл. ед., n – количество корреляционных связей между элементами с коэффициентом корреляции 0,5 и более,  $\sum K_k$  – сумма коэффициентов корреляции без учета знака, N – число МЭ, объединенных в плеяды [14].

### Результаты и их обсуждение

Для определения особенностей содержания МЭ в волосах обследованных детей и подростков рассчитаны медианы концентраций, верхняя и нижняя границы процентильного диапазона регионального содержания в организме, которые представлены в табл. 1.

Проведенный статистический анализ полученных результатов позволил обнаружить ряд особенностей содержания МЭ в волосах детей и подростков г. Магадана. Элементный профиль всего обследованного детского контингента характеризуется чертами так называемого «северного типа» с характерным выраженным дисбалансом основных эссенциальных элементов, представленным в основном дефицитом Ca, Co, Mg, Se и избытком Si практически во всех группах исследования, что, вероятно, является следствием особенностей биогеохимического окружения Магаданского региона с ультрапресными по степени минерализации и очень мягкими по жесткости природными питьевыми водами [15] и наличием кремневой биогеохимической провинции с высоким содержанием кремния в водно-пищевых рационах [16].

Говоря о возрастных различиях содержания МЭ 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» (или «superretention»), связанным, по-видимому, с повышенной потребностью в биоэлементах организма ребенка в период внутриутробного и постнатального развития [17]. Наибольшая медиана концентраций As и Cr выявлена в группе детей раннего возраста, Cd, P, Ni и Hg – младшего школьного возраста, Cu, Si и Zn – подросткового возраста.

Относительно среднероссийских границ допустимого содержания МЭ в волосах детей [9, 11] у молодых жителей г. Магадана выявлено 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 и стать первопричиной развития глубоких патологических состояний основных функциональных систем организма в более старших возрастных периодах онтогенеза.

Основные нарушения «элементного портрета» изученных контингентов можно представить в виде формул элементного дисбаланса, в знаменателе кото-

рых представлены МЭ с дефицитом концентраций (↓), в числителе – с избытком (↑), с указанием частоты отклонений от числа обследованных лиц в группе (%):

- грудной возраст – ↑Mn (45) I (41) Cr (21) Ca (20) Fe (20) Na (18) K (14) Mg (14) P (14) Si (11)/↓Cu (27) Mg (18) Na (18) Ca (14) Zn (14) Co (14) K (11);

- ранний возраст – ↑Na (39) Cr (31) K (22) Si (20) I (20) Fe (16)/↓Co (49) Mg (49) Mn (35) Ca (29) K (25) Zn (24) Cu (22) Fe (22) Na (22) Cr (12);

- дошкольный возраст – ↑Cr (33) Na (31) K (28) Cu (14) Fe (14) P (14) Mg (11)/↓Co (61) Mg (44) Ca (36) Cu (33) K (33) Na (25) Mn (22) Cr (17) Zn (14) Se (11);

- младший школьный возраст (♂) – ↑Na (22) Fe (18) Si (16) K (11)/↓Mg (76) Co (62) Ca (36) Se (24) K (20) Zn (20) Na (18) Fe (13) Mn (13) I (13) P (11);

- младший школьный возраст (♀) – ↑Si (24)/ ↓Mg (57) K (43) I (38) Co (27) Se (27) Ca (24) Cr (22) Mn (16) Na (16);

- подростки: (♂) – ↑Na (30) K (26) Fe (25) Cr (19) Si (16)/↓Mg (69) Ca (69) I (47) Co (45) P (31) Cu (28) Zn (27) Fe (15) Si (14) Mn (13) Se (12);

- подростки: (♀) – ↑Fe (22) Si (21) Na (17) Mn (16)/↓Ca (71) Mg (67) I (59) Co (39) K (30) Cu (26) Cr (24) Zn (22) P (16) Na (15) Se (15).

Характерно, что в группах обследования по набору отклонений и степени глубины элементного дисбаланса выявлены существенные различия. Так, общим, как упоминалось выше, является дефицит биогенных Ca, Co, Mg в организме всех обследованных лиц, однако в целом структура элементного дисбаланса различна и имеет характерные черты в каждом периоде онтогенеза. Значительной степенью избытка МЭ отмечен элементный профиль детей грудного, раннего и дошкольного возраста, в то время как глубокий дефицит элементов обнаружен в более старших возрастных периодах.

В настоящее время показано, что только количественного определения содержания в биологических средах организма тех или иных макро- и микроэлементов недостаточно, необходима оценка их корреляционных связей, так как активность каждого из них определяется особенностями суммарного эффекта, который может быть как синергическим, так и антагонистическим [5].

На рис. 2 в виде блоков представлены корреляционные взаимоотношения между МЭ, встречающиеся в элементном профиле всех обследованных детей и подростков г. Магадана.

Наибольшим числом связей и наиболее конструктивно сложной моделью характеризуется структура корреляционных взаимоотношений в элементной системе организма девочек 8–11 лет и мальчиков-подростков. В корреляционной плеяде девочек младшего школьного возраста можно выделить 4 функциональных блока МЭ: тиреоспецифический комплекс [I–Se], связанный опосредованно через As и Co [I–Mg] – через Co, Cd, Al и Ca; иммуноукрепляющий комплекс [Co–Cu], связанный опосредованно через Sn [Co–Mg] – через Cd, Al и Ca; противодиабетический комплекс

**Содержание макро- и микроэлементов в волосах детей и подростков г. Магадана  
(Ме (25-й, 75-й процентиля))**

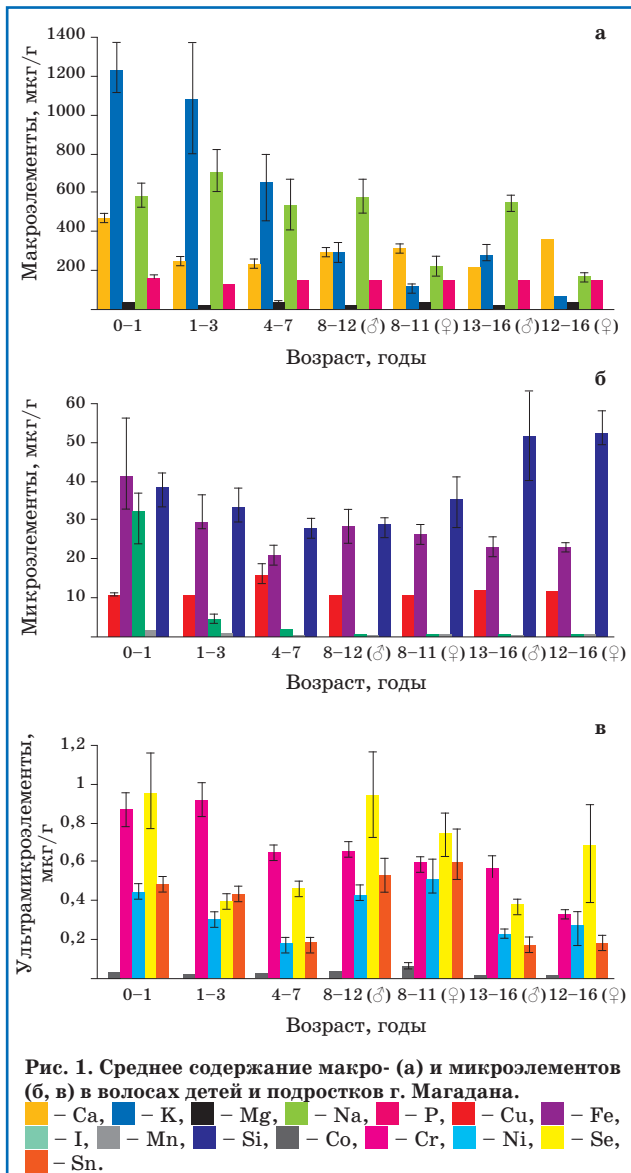
МЭ, мкг/г	Дети				Подростки		
	грудной возраст (n=56)	ранний возраст (n=55)	дошкольный возраст (n=36)	младший школьный возраст		♂ 13–16 лет (n=85)	♀ 12–15 лет (n=117)
				♂ 8–12 лет n=45	♀ 8–11 лет (n=37)		
<b>Макроэлементы</b>							
Ca	424,56 (272,69; 577,3)	210,85* (175,92; 253,04)	191,35* (146,24; 265,03)	232,03* (187,71; 313,2)	284,4* (200,6; 375,35)	191,58* (154,2; 250,82)	261,3* (198,37; 376,76)
Mg	30,32 (19,33; 44,89)	14,02 (11,17; 17,65)	14,6* (10,34; 19,8)	14,05* (10,32; 19,64)	20,59* (14,02; 29,73)	17,72* (11,96; 24,02)	24,02* (17,95; 38,75)
K	934,11 (475,23; 1543,09)	476,04 (154,9; 1373)	279,05 (39,19; 1080,86)	149,03 (73,21; 373,28)	51,68* (23,35; 113,15)	130,24 (52,91; 276,4)	32,5 (16,75; 61,57)
Na	468,46 (247,36; 632)	338,55 (99,41; 1170,87)	206,38 (65,18; 646,55)	298,4 (95,39; 758)	89,23 (65,92; 254,26)	227,5 (112,15; 720,4)	88,93 (51,52; 175,8)
P	141,30 (126,40; 157)	128,97 (117,4; 149)	132,88 (117,45; 156,38)	146,61 (131,92; 155,98)	153,7 (129; 162,1)	142,85 (117,71; 160,18)	142,39 (118,74; 160,59)
<b>Эссенциальные микроэлементы</b>							
Co	0,018* (0,013; 0,024)	0,011* (0,008; 0,017)	0,011* (0,007; 0,016)	0,012* (0,008; 0,056)	0,027 (0,008; 0,144)	0,01* (0,006; 0,015)	0,009* (0,007; 0,016)
Cr	0,69 (0,48; 1,04)	0,73 (0,46; 1,27)	0,62 (0,35; 0,98)	0,56 (0,34; 0,93)	0,53 (0,30; 1,04)	0,5 (0,35; 0,71)	0,31 (0,22; 0,54)
Cu	9,86 (8,54; 11,58)	9,74 (8,75; 11,59)	9,30 (7,6; 11,4)	8,81 (8,03; 10,87)	8,99 (7,56; 10,76)	10,07 (8,15; 11,54)	9,66 (8,39; 11,11)
Fe	25,35 (18,54; 36,28)	16,71 (13,7; 24,77)	17,72 (13,33; 23,72)	19,4 (13,19; 27,02)	19,38 (14,16; 26,84)	17,05 (11,20; 23,67)	16,51 (11,74; 22,82)
I	5,68 (1,65; 31,8)	1,74 (0,94; 5,26)	0,90 (0,47; 2,03)	0,51 (0,4; 0,83)	0,76 (0,30; 1,22)	0,3 (0,30; 1)	0,3 (0,30; 0,52)
Mn	1,11 (0,48; 2,77)	0,3* (0,18; 0,47)	0,26* (0,22; 0,49)	0,49 (0,3; 0,51)	0,5 (0,29; 0,84)	0,4 (0,29; 0,54)	0,56 (0,37; 0,95)
Se	0,69* (0,39; 0,89)	0,38* (0,27; 0,51)	0,46* (0,34; 0,68)	0,5* (0,38; 1,09)	0,59* (0,42; 1,05)	0,36* (0,30; 0,46)	0,4* (0,28; 0,51)
Si	28,01** (18,97; 38,98)	27,36** (14,08; 42,1)	24,01** (15,02; 38,14)	23,43** (13,9; 33,15)	23,97 (15,02; 37,3)	27,17** (16,51; 38,76)	31,6** (19,10; 50,07)
Zn	163,85 (101,8; 201,5)	97,55 (61,87; 147,3)	121,54 (90,08; 157,1)	161,8 (134,6; 182,91)	171,5 (143,81; 184,4)	164,9 (134,29; 195,94)	174,18 (155,65; 197,53)
<b>Условно эссенциальные и токсичные микроэлементы</b>							
Al	15,19 (10,53; 22,18)	10,55* (7,06; 16,11)	8,86* (6,37; 13,26)	12,37* (8,45; 16,89)	13,8* (10,22; 17,92)	9,69* (4,48; 14,19)	6,84* (4,63; 11,38)
As	0,042 (0,042; 0,082)	0,085 (0,05; 0,124)	0,049 (0,042; 0,085)	0,067 (0,042; 0,224)	0,054 (0,042; 0,166)	0,058 (0,042; 0,096)	0,042 (0,042; 0,053)
B	3,06 (1,64; 4,22)	2,03 (1,42; 5,44)	1,49 (1,05; 2,82)	1,15 (0,6; 2,17)	0,88 (0,55; 1,04)	0,96 (0,45; 1,87)	0,54 (0,29; 0,92)
Be	0,003 (0,003; 0,003)	0,003 (0,003; 0,006)	0,003 (0,003; 0,003)	0,003 (0,003; 0,003)	0,003 (0,003; 0,003)	0,003 (0,003; 0,003)	0,003 (0,003; 0,003)
Cd	0,05* (0,026; 0,112)	0,047* (0,015; 0,104)	0,022* (0,012; 0,048)	0,052 (0,021; 0,236)	0,036 (0,011; 0,107)	0,027* (0,013; 0,073)	0,01* (0,006; 0,021)
Hg	0,24 (0,15; 0,35)	0,14 (0,06; 0,28)	0,26 (0,14; 0,44)	0,16 (0,1; 0,28)	0,29 (0,18; 0,3)	0,2 (0,11; 0,32)	0,24 (0,18; 0,36)
Li	0,026 (0,015; 0,037)	0,02 (0,012; 0,034)	0,014 (0,012; 0,031)	0,012 (0,012; 0,022)	0,012 (0,007; 0,031)	0,018 (0,012; 0,04)	0,012 (0,012; 0,017)
Ni	0,27 (0,19; 0,52)	0,22 (0,16; 0,39)	0,16 (0,13; 0,24)	0,24 (0,14; 0,84)	0,29 (0,16; 0,72)	0,19 (0,12; 0,31)	0,18 (0,12; 0,3)
Pb	0,97 (0,53; 2,03)	0,85 (0,46; 2,11)	0,51* (0,3; 1,08)	0,50* (0,26; 1,44)	0,50* (0,15; 0,95)	0,78 (0,28; 1,67)	0,19* (0,13; 0,3)
Sn	0,3* (0,16; 0,64)	0,28* (0,16; 0,73)	0,18* (0,11; 0,32)	0,21* (0,08; 1,01)	0,14 (0,1; 1,12)	0,10 (0,06; 0,19)	0,09 (0,06; 0,18)
V	0,09 (0,06; 0,19)	0,11 (0,05; 0,23)	0,08 (0,02; 0,22)	0,06 (0,02; 0,17)	0,09 (0,03; 0,14)	0,09 (0,05; 0,15)	0,06 (0,04; 0,1)

\*Полученные значения ниже референтных; \*\*полученные значения выше референтных.

[Se–Cr] в одной структуре [Se–I], связанный опосредованно через As и Co [Cr–I] – через Al, Cd и Co; антиоксидантный комплекс [Ca–Se], связанный опосредованно через Cr и Al [Ca–I] – через Al, Cd и Co [Se–I] – через As и Co. В элементной структуре мальчиков-подростков отмечен тиреоспецифический комплекс [Mg–Zn]

и [I–Zn], иммуноукрепляющий комплекс [Mg–Zn], антиоксидантный комплекс [Ca–Zn], [Ca–I], [Zn–I], связанные опосредованно через P.

При анализе корреляционных связей нами был применен подход, предложенный в работе Р.М. Баевского и соавт. [14], с расчетом показателя степени



**Рис. 1.** Среднее содержание макро- (а) и микроэлементов (б, в) в волосах детей и подростков г. Магадана.  
 — Ca, — K, — Mg, — Na, — P, — Cu, — Fe, — I, — Mn, — Si, — Co, — Cr, — Ni, — Se, — Sn.

адаптированности функциональной системы организма, к которой мы отнесли так называемую «элементную» систему – набор из 25 макро- и микроэлементов, представляющий собой стандартный комплекс ХЭ, определяемый спектрометрическими методами в лаборатории доктора А.В. Скального (г. Москва), для оценки обеспеченности организма эссенциальными элементами [10]. Этот подход неоднократно использован нами для сравнения степени адаптированности элементной системы у разных групп населения Северо-Востока России [18–21].

По мнению авторов, одним из механизмов, обеспечивающих адекватный ход адаптационных перестроек, является увеличение числа внутри- и межси-

стемных связей как средство более надежного функционирования организма (или его отдельной системы) в случае каких-либо нарушений или поломки в одном из регуляторных звеньев. В этом случае, как было показано рядом физиологических исследований, происходит перераспределение функциональных нагрузок на другие системы организма, что компенсирует вызванные нарушения и не приводит к срыву адаптации, выраженным дизрегуляторным последствиям или патологии [22]. Вместе с тем А.Н. Горбань и соавт. отмечают [23], что при значительном адаптационном напряжении корреляции между физиологическими параметрами растут, а в ходе успешной адаптации уменьшаются. В линейном приближении получается уменьшение корреляций в ходе адаптации: чем выше адаптированность, тем меньше число корреляционных связей между параметрами и, напротив, чем больше напряжение, тем их больше.

Анализ «степени адаптированности элементной системы организма» в настоящем исследовании позволил выявить некоторые особенности функционального состояния элементного профиля обследованных лиц.

Из табл. 2, в которой представлены показатели степени адаптированности элементной системы организма детей и подростков г. Магадана различных периодов онтогенеза, следует, что в детском и подростковом возрасте наибольшее напряжение элементная система демонстрирует в группе девочек 8–11 лет и мальчиков-подростков 13–16 лет, что позволяет отнести эти половозрастные периоды к критическим по развитию элементозов детского населения. Вероятно, в организме девочек элементное напряжение может явиться результатом смены социально-средовых факторов и их взаимодействия с процессом внутреннего морфофункционального развития, что связано и с началом обучения в школе, в то время как организм мальчиков-подростков более чувствителен к элементной разбалансировке в период «пубертатного скачка», когда в организме максимальна интенсивность обменных процессов. В соответствии с этим представлением адаптивный характер функционирования организма в различные возрастные периоды определяется двумя важнейшими факторами: морфофункциональной зрелостью физиологических систем и адекватностью воздействующих средовых факторов функциональным возможностям организма [24]. Полученные данные показывают, что минеральный обмен человека в определенный период времени подвержен большим или меньшим колебаниям, испытывая некоторое напряжение, в т.ч. и в зависимости от средовых факторов, что выражается в увеличении числа внутрисистемных

Таблица 2

**Показатели степени адаптированности элементной системы (А, усл. ед.) организма детей и подростков г. Магадана**

Грудной возраст (до года)	Ранний возраст (1–3 года)	Дошкольный возраст (4–7 лет)	Младший школьный возраст		Подростковый возраст	
			♂ (8–12 лет)	♀ (8–11 лет)	♂ (13–16 лет)	♀ (12–15 лет)
12,21	11,99	10,85	2,71	19,74	24,9	4,81

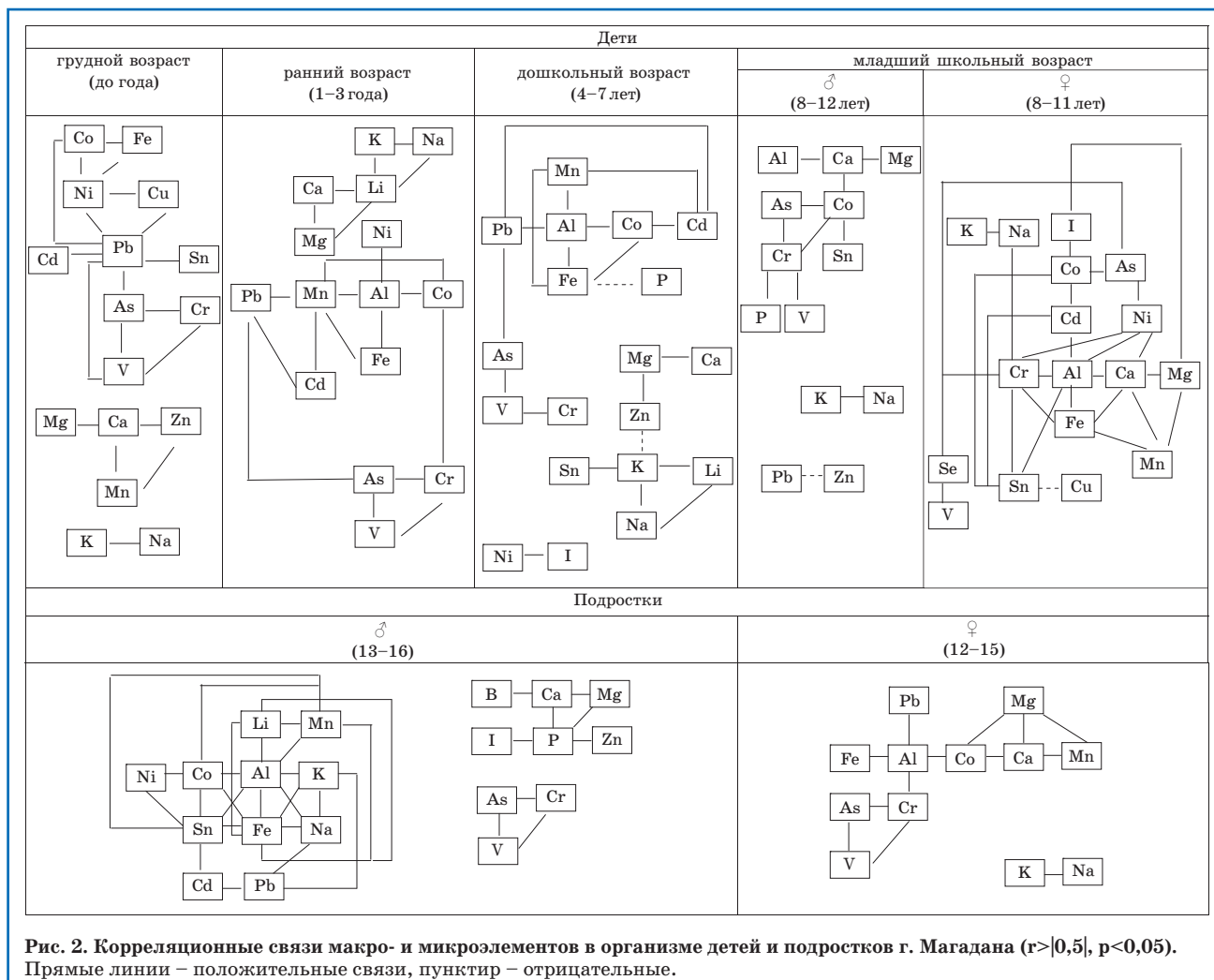


Рис. 2. Корреляционные связи макро- и микроэлементов в организме детей и подростков г. Магадана ( $r > |0,5|$ ,  $p < 0,05$ ). Прямые линии – положительные связи, пунктир – отрицательные.

связей, направленных на поддержание оптимального состояния элементного баланса.

### Заключение

По нашим данным, концентрация большинства МЭ в волосах обследованных лиц г. Магадана зависит от возраста и пола и отличается от референтных показателей. Результаты настоящего исследования позволили определить региональный фон микроэлементного баланса, проиллюстрировав особенности содержания ХЭ в организме рожденных и постоянно проживающих в г. Магадане детей и подростков в различные периоды роста и развития. В целом, наиболее стабильную возрастную динамику формирования элементного профиля организма можно наблюдать у детей в дошкольном возрасте, тогда как в период 8–11 лет элементная система девочек существенно разбалансирована, а в

13–16 лет – у мальчиков, что позволяет их отнести к группам риска по развитию микроэlementозов. В экстремальных условиях Севера, когда метаболические процессы испытывают высокое напряжение, нарушения элементного баланса могут оказать существенное влияние как на характер адаптационных реакций, так и на возрастное развитие основных систем организма [5]. 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 этой связи в условиях Севера одним из мероприятий в системе диспансеризации должен стать контроль элементного состояния организма детей и подростков, что позволит своевременно проводить оптимизацию питания в комплексе с обоснованной коррекцией выявляемых нарушений.

### Литература

1. Донских И.В. Анализ заболеваемости детей и подростков Иркутской области (на примере Тайшетского района). Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2013; 2–2 (90): 102–105.
2. Панин Л.Е. Гомеостаз и проблемы приполярной медицины (методологические аспекты адаптации). Бюллетень СО РАМН. 2010; 30 (3): 6–11.
3. Ревич Б.А. Климатические изменения как новый фактор риска для здоровья населения Российского Севера. Экология человека. 2009; 6: 11–16.
4. Гудков А.Б., Лабутин Н.Ю. Влияние специфических факторов Заполярья на функциональное состояние организма человека. Экология человека. 2000; 2: 18–20.
5. Сороко С.И., Максимова И.А., Протасова О.В. Возрастные и половые особенности содержания макро- и микроэлементов в организме детей на европейском севере. Физиология человека. 2014; 40 (6): 23–33.
6. Лещенко Я.А., Боева А.В., Лисецкая Л.Г., Лещенко О.Я., Голубев В.Ю., Сафонова М.В. Содержание эссенциальных

металлов-нутриентов в организме, состояние здоровья и уровень развития подростков. Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2005; 5 (43): 66–71.

7. Агаджанян Н.А. Адаптационная и этническая физиология: продолжительность жизни и здоровье человека. М.: РУДН, 2009.

8. The Significance of Hair Mineral Analysis as a Means for Assessing Internal Body Burdens of Environmental Pollutants (Report of an IAEA Coordinated Research Programme, NANHRES – 18). Vienna, 1993.

9. Скальная М.Г., Демидов В.А., Скальный А.В. О пределах физиологического (нормального) содержания Са, Mg, P, Zn и Cu в волосах человека. Микроэлементы в медицине. 2003; 4 (2): 5–10.

10. Скальный А.В. Эколого-физиологическое обоснование эффективности использования макро- и микроэлементов при нарушениях гомеостаза у обследуемых из различных климатогеографических регионов: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. М., 2000.

11. Скальный А.В. Установление границ допустимого содержания химических элементов в волосах детей с применением центильных шкал. Вестник Санкт-Петербургской ГМА им. И.И. Мечникова. 2002; 1–2 (3): 62–65.

12. Скальная М.Г., Скальный А.В., Демидов В.А., Грабкевич А.Р., Лобанова Ю.Н. Установление границ физиологического (нормального) содержания некоторых химических элементов в волосах жителей г. Москвы с применением центильных шкал. Вестник Санкт-Петербургской ГМА им. И.И. Мечникова. 2004; 4: 82–88.

13. Скальный А.В. Референтные значения концентраций химических элементов в волосах, полученные методом ИСП–АЭС (АНО «Центр биотической медицины»). Микроэлементы в медицине. 2003; 4 (1): 55–56.

14. Баевский Р.М., Максимов А.Л., Берсенева А.П. Основы экологической валеологии человека. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2001.

15. Бульбан А.П. Оценка влияния биогеохимического

окружения на элементный статус жителей Магаданской области. Микроэлементы в медицине. 2009; 10 (1–2): 53–56.

16. Кубасов Р.В., Горбачев А.Л., Кубасова Е.Д. Роль биоэлементов в увеличении объема щитовидной железы у детей, проживающих в приморском регионе. Экология человека. 2007; 6: 9–14.

17. Залавина С.В., Скальный А.В., Ефимов С.В., Васкина Е.А. Многоэлементный портрет детей дошкольного возраста в условиях накопления кадмия. Вестник ОГУ. Приложение «Биоэлементология». 2006; 12: 101–103.

18. Луговая Е.А., Максимов А.Л. Особенности микроэлементного статуса у девочек различных районов Магаданской области. Экология человека. 2007; 1: 24–29.

19. Максимов А.Л., Луговая Е.А. Сравнительная оценка элементного статуса девочек-аборигенов жителей различных районов Северо-Востока России. Экология человека. 2010; 7: 30–35.

20. Луговая Е.А., Бабаниязов Х.Х. Коррекция элементного дисбаланса у жителей г. Магадана, регулярно занимающихся спортом, препаратами цинка и кобальта. Вестник восстановительной медицины. 2011; 5: 57–60.

21. Луговая Е.А., Максимов А.Л., Степанова Е.М. Особенности минерального обмена старших школьников г. Магадана. Вестник ДВО РАН. 2013; 5: 133–137.

22. Сороко С.И., Бурых Э.А., Бекшаев С.С., Сергеева Е.Г. Комплексное многопараметрическое исследование системных реакций организма человека при дозированном гипоксическом воздействии. Физиология человека. 2005; 31 (5): 88–109.

23. Горбань А.Н., Смирнова Е.В., Чеусова Е.П. Групповой стресс: динамика корреляций при адаптации и организация систем экологических факторов. Рукопись депонирована в ВИНТИ 17.07.97, № 2434В97.

24. Безруких М.М., Сонькин В.Д., Фарбер Д.А. Возрастная физиология: Физиология развития ребенка: учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2003.



## РЕФЕРАТЫ

### ПРАКТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СПОСОБСТВУЮТ ПОНИМАНИЮ ПЕРИНЕАЛЬНЫХ ИНФЕКЦИЙ, СВЯЗАННЫХ СО СТРЕПТОКОККАМИ ГРУППЫ А

В обзоре представлено описание работ нескольких авторов. В наборе статей предложены ответы на клинические вопросы, описание стандартов медицинской помощи и практические советы по ведению записей пациентов. В одной из них подробно разбираются эпидемиология, методы лечения и возможные клинические исходы перинеальных инфекций, связанных со стрептококками группы А (СГА). Авторы делают вывод, что данное заболевание встречается

среди девочек не реже, чем среди мальчиков, как утверждают многие другие работы. Подобная ситуация ведет к тому, что в литературе представлено меньше сведений по инфекциям перивагинальных областей у девочек, чем по более очевидным инфекциям перианальных областей у мальчиков.

Sarah S. Long. *The Journal of Pediatrics*. 2015; 167 (3): 503–505.