ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА ДЕТЕЙ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Петров В.Н., Терещенко П.С.

¹ Научно-исследовательский центр медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике КНЦ РАН, Апатиты, petrov_ombr@admknsc.apatity.ru

Аннотация

Изучен минеральный состав волос детей проживающих в Арктической зоне России. Установлено, что элементный статус детей зависит от пола ребенка, особенностей его развития и образа жизни. Выявлены различия в химическом составе волос детей проживающих в Мурманской области по таким элементам, как: натрий, магний, алюминий, калий, кальций, марганец, медь, цинк, мышьяк, селен, рубидий, стронций, серебро, кадмий и свинец. Отмечено, что интенсивное накопление минеральных веществ в организме происходит в период полового развития ребенка.

Ключевые слова: волосы детей, минеральный состав, элементный статус, химические элементы, минерализация, токсичные и условно токсичные элементы, жесткость воды.

Введение

Дефицит жизненно важных химических элементов или их избыток, неблагоприятные климатогеографические условия могут способствовать снижению здоровья населения проживающего в Арктическом регионе [1].

По данным Н.А. Агаджанян [2], содержание химических элементов в волосах является интегральным показателем, отражающим длительное воздействие на организм человека комплекса эколого-физиологических факторов, таких как уровень содержания химических элементов, в окружающей среде, поступление их с пищей, возраст и пол, состояние пищеварения и выделительных систем организма, а также связано с местом жительства. Волосы человека накапливают химические элементы в больших количествах.

В результате проведенных сравнительных исследований было показано, что у женщин влияние элементного статуса на изучаемые показатели выражено в меньшей степени, чем у мужчин. У женщин по сравнению с мужчинами в волосах наблюдается существенно более высокое содержание Са и Mg и низкое содержание К, Na, Fe [3].

В тканях здорового организма концентрация меди в течение всей жизни поддерживается строго постоянной. В организме существует система, препятствующая накоплению Cu в тканях путем ограничения всасывания, или стимуляции выведения.

Отмечено, что серебро (Ag) снижает сродство селена (Se) не геномным железосодержащим белкам, тем самым снижая их активность в качестве переносчиков электронов. Вызываемый серебром дефицит селена Se можно предотвратить увеличением содержания Se и токоферола (витамина E) в диете [4].

По распространенности в природе железо (Fe) уступает только алюминию (Al). Дефицит железа во всем мире остается наиболее частой причиной анемий.

Материалы и методы

Для изучения элементного анализа проб волос были обследованы группы дошкольников и подростков с. Ловозеро и г. Апатиты Мурманской области в 2017 г.

Волосы отбирались не менее чем с пяти точек головы (затылочной, височной, теменной, лобной областей). Пряди срезались ножницами из нержавеющей стали, предварительно обработанных спиртом, в нескольких миллиметрах от корня, упаковывались в пакеты. При взятии образцов записывали возраст, пол, полное имя, адрес проживания. Волосы исследовали, согласно методике, представленной в работе [5]. Анализ данного биоматериала является наиболее удобным и отличается простотой забора и хранения биоматериала. Все образцы волос были собраны и проанализированы

согласно требованиям МАГАТЕ и методическим рекомендациям Министерства здравоохранения СССР и Федерального центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора РФ [6].

Полученные результаты о содержании химических элементов в волосах жителей Апатиты и Ловозера Мурманской области сравнивали с нормативными границами содержания элементов в волосах жителей средней полосы России.

Образцы изучали по 35 элементам: Алюминий (Al), Барий (Ba), Бериллий (Be), Бор (B), Ванадий (V), Германий (Ge), Железо (Fe), Йод (I), Кадмий (Cd), Калий (K), Кальций (Ca), Кобальт (Co), Кремний (Si), Литий (Li), Магний (Mg), Марганец (Mn), Медь (Cu), Молибден (Mo), Мышьяк (As), Натрий (Na), Никель (Ni), Олово (Sn), Ртуть (Hg), Рубидий (Rb), Свинец (Pb), Селен (Se), Серебро (Ag), Стронций (Sr), Сурьма (Sb), Таллий (Tl), Титан (Ti), Фосфор (P), Хром (Cr), Цезий (Cs), Цинк (Zn).

Исследования проводили на масс-спектрометре с индуктивно связанной аргонной плазмой Agilent 7900, с программным обеспечением «MassHunter», с использованием печи микроволнового разложения «Mars 5». Аналитические исследования были проведены в научно-исследовательской лаборатории элементного анализа научно-исследовательского отдела биоиндикации ФГБУ «Все-российского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова» МЧС России, г. Санкт-Петербург. Для статистического анализа результатов использовали программное обеспечение Statistica 6.0.

Результаты и обсуждения

Для исследования минерального состава волос детей проживающих в различных муниципальных образованиях Мурманской области. Выбрали детей, как наиболее оседлую и не подверженную влиянию производственных факторов часть населения. В таблице 1 приведены результаты исследований по 22 химическим элементам, по которым выявлены отклонения от концентрации в волосах жителей средней полосы России. Результаты представлены в мкг/г по группам обследованных детей без учета пола ребенка.

В таблице 2 приведены данные о количестве детей с выявленными превышениями концентраций химических веществ.

Из представленных данных в таблице 2, обращает внимание то, что почти у всех обследованных детей, как у мальчиков, так и у девочек дошкольников и подростков было превышение нормы по концентрации **натрия** (в 100 % случаев) и **калия** (36-80 % случаев). Высокая концентрация **магния** до 50 % отмечалась только у девочек- подростков с. Ловозера; девочек дошкольниц – 20 %, девочек-подростков – 56 % г. Апатиты. Такая же закономерность отмечалась у девочек дошкольниц с. Ловозера по **кальцию** – 57 % и **марганцу** – 21 %, девочек дошкольниц г. Апатиты по **кальцию** у 27 %, по **марганцу** – у 7 %. У девочек-подростков г. Апатиты по **кальцию** у 56 %, по **марганцу** у 11 %.

Особо хочется отметить частоту встречаемости высокой концентрации таких «токсичных» химических элементов как: **алюминий** среди девочек, как с. Ловозеро, так и г. Апатиты в пределах 22-43 %. В то же самое время у мальчиков различных возрастных групп и проживающих в разных населенных пунктах высокого содержания **алюминия** не отмечается. **Свинец** в повышенных концентрациях встречается у девочек дошкольниц с. Ловозера у 50 %, а также у девочек дошкольниц г. Апатиты у 47 % и девочек-подростков у 22 %. Повышенное содержание **мышьяка** встречается у мальчиков-подростков с. Ловозеро в 18 % случаях, мальчиков дошкольников г. Апатиты – 10 %, девочек дошкольниц г. Апатиты – 13 %.

«Условно-токсичные» элементы: повышенная концентрация **стронция** встречается у 50 % девочек-подростков Ловозера и 27 % девочек дошкольниц, у 56 % девочек-подростков г. Апатиты; превышение по **олову** встречается у 27 % девочек дошкольниц г. Апатиты и в 7 % случаев у девочек-подростков с. Ловозеро.

Превышение по **кадмию** и **рубидию** встречается у девочек и мальчиков дошкольников с. Ловозеро. Повышенное содержание **кадмия** выявляется у 56 % девочек-подростков г. Апатиты. Единичные случаи встречаются у девочек и мальчиков подростков и дошкольников с. Ловозеро и г. Апатиты.

Таблица 1. Состав химических элементов в волосах детей различных муниципальных образований Мурманской области.

Регион	Возрастная группа	Натрий	Калий	Серебро	Алюминий	Кальций	Стронций	Магний	Свинец	Кадмий	Мышьяк	Рубидий	Марганец	Олово	Цинк	Бор	Никель	Титан	Медь	Селен	Йод	Кобальт	Ртуть	
		X _{ср.}	1954.05	2049.31	0.64	31.59	444.40	0.86	28.64	3.76	0.24	0.10	1.22	0.91	1.72	66.22	3.57	1.75	3.72	9.24	0.69	0.13	0.06	0.35
Ловозеро	Дошкольники N=25	σ	1485.12	1742.98	0.76	13.39	131.87	1.00	5.45	2.74	0.17	0.02	0.85	0.41	1.00	38.78	2.57	1.03	3.13	2.03	0.21	0.13	0.09	0.25
	Подростки N=25	X _{ср.}	967.41	1134.44	1.61	26.05	975.22	5.15	126.47	1.56	0.10	0.11	0.68	1.30	1.24	145.98	2.87	1.36	5.92	8.68	0.65	0.11	0.10	0.54
Апатиты	Дошкольники N=25	σ	737.17	846.80	3.01	18.55	797.54	6.28	96.72	1.63	0.10	0.05	0.65	1.61	1.41	37.88	0.63	0.71	7.87	1.89	0.25	0.11	0.31	0.69
		X _{ср.}	1818.09	2034.07	1.59	33.18	792.31	4.05	71.39	6.02	0.21	0.16	1.09	1.04	3.72	97.35	3.12	1.56	6.64	13.77	1.31	0.61	0.07	0.29
	Подростки N=25	σ	1243.93	1264.32	2.62	13.11	960.77	5.95	100.86	5.53	0.12	0.19	0.59	0.49	2.76	48.22	0.56	0.51	3.87	3.74	0.30	1.25	0.03	0.38
		X _{ср.}	1007.04	678.35	2.49	17.70	782.24	4.75	86.09	1.94	0.17	0.10	0.33	0.68	0.93	193.89	3.26	0.78	7.06	13.85	2.54	0.15	0.04	0.19
	Норматив	σ	563.90	404.35	7.25	13.44	439.26	5.60	50.86	1.94	0.19	0.09	0.38	0.38	0.74	70.64	0.78	0.55	16.22	16.64	6.63	0.24	0.03	0.20
			70.00- 260.00	30.00- 1000.00	0.001- 0.300	6.00- 30.00	350.00- 700.00	0.30- 5.00	35.00- 90.00	0.10- 5.00	0.01- 0.25	0.001- 0.100	0.001- 1.500	0.10- 1.00	0.05- 5.00	170.00- 230.00	0.10- 3.50	0.10- 2.00	0.048- 14.00	5.70- 15.00	0.50- 2.20	0.100- 4.200	0.05- 0.50	0.01- 2.00

Таблица 2. Количество детей с превышением концентрации химических веществ в волосах.

Регион	Возрастная группа	Пол	Элемент, %																					
			Натрий	Калий	Серебро	Алюминий	Кальций	Стронций	Магний	Свинец	Кадмий	Мышьяк	Рубидий	Марганец	Олово	Цинк	Бор	Никель	Титан	Медь	Селен	Йод	Кобальт	Ртуть
Ловозеро	Дошкольники	м	100	64	18	0	0	0	0	9	27	0	18	0	0	0	9	9	0	0	0	0	0	0
		ж	100	79	43	43	7	0	0	50	21	7	14	7	0	0	7	7	0	0	0	0	0	0
Ловозеро	Подростки	м	100	36	9	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0
		ж	64	36	57	29	57	50	50	7	7	7	7	21	7	0	7	0	7	0	0	0	7	7
Апатиты	Дошкольники	м	100	70	20	0	0	0	0	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		ж	100	80	60	33	27	27	20	47	7	13	0	7	27	0	0	0	0	7	0	7	0	0
Апатиты	Подростки	м	100	19	0	0	6	6	6	0	6	6	0	0	0	12	0	0	0	0	12	0	0	0
		ж	78	11	67	22	56	56	56	22	56	0	0	11	0	11	11	0	11	11	0	0	0	0

Следует отметить, что в группах девочек проживающих в г. Апатиты и с. Ловозеро, как у дошкольников, так и подростков отмечалась высокая концентрация **серебра** у 43 % и 57 %, соответственно, что коррелирует с количеством детей у которых превышения концентрацией **селена** не отмечалось. У тех мальчиков-подростков г. Апатиты, у которых отмечалась невысокая концентрация **селена** только в 12 % случаев, отсутствовало превышение концентрации **серебра**. Можно предположить, что повышенный уровень **серебра** в волосах девочек отражают воздействие окружающей среды. Волосы обычно накапливают серебро при обработке их, такими веществами как красители или отбеливатели. Природу возникновения повышенного уровня серебра в волосах девочек мы пока объяснить не можем.

Отмечается превышение концентрации **цинка** у 11 % подростков девочек и 12 % мальчиков г. Апатиты. **Цинк** необходим для регенерации тканей, формирования Т- и В-клеточного иммунитета, процессов выработки антител, функций естественных клеток-киллеров [7].

*Из представленных данных обращает внимание то, что сочетание таких химических веществ как: **бор, алюминий, рубидий, серебро и титан** и их превышение норм выявлены только у одной девочки дошкольницы с. Ловозеро.*

Выводы

Повышенная концентрация химических элементов в волосах дошкольников и подростков с. Ловозеро и г. Апатиты по таким химическим элементам как натрий и калий объясняется особенностью развития детского организма. В дошкольном возрасте продолжается рост и функциональное совершенствование всех органов и систем, развитие интеллектуальных способностей. Увеличение длины тела в год составляет в среднем 5-8 см, массы тела – около 2 кг [8]. По мере роста и развития человека минерализация его костей увеличивается, достигая оптимальных значений к концу полового созревания. Оно продолжается у мальчиков с 13 до 16 лет, у девочек – с 12 до 15 лет. В этот период наблюдается дальнейшее увеличение скорости роста, что касается всех размеров тела. В подростковом возрасте происходит перестройка основных физиологических систем организма. Темпы роста у девочек выше, чем у мальчиков. Различия в содержании повышенных концентраций таких элементов как магний, кальций, марганец, стронций, серебро и алюминий, возможно, объясняется интенсивностью роста девочек этого возраста.

Почти для всех северных территорий характерны слабоминерализованные мягкие питьевые воды и почвы с бедным микроэлементным составом [9]. Ранее в нашей статье было показано, что взаимосвязи между химическим составом, жесткостью (низкой концентрацией кальция и магния) питьевой воды, подаваемой населению Мурманской области, и уровнем заболеваемости населения данного региона не выявлено [10]. Однако следует отметить, что при низкой концентрации минеральных солей в питьевой воде Кольского полуострова, высокая концентрация этих элементов встречается в организме детей. Значительное присутствие алюминия в водах Мурманской области, употребляемых населением, отражается и на концентрации этого элемента в организме девочек дошкольниц и подростков с. Ловозеро и г. Апатиты [11]. Особо следует отметить, что поступления свинца в организм возможно с ягодами, собираемые вблизи дорог, особенно около горнорудных карьеров, где работают тяжелая техника. Мышьяк, возможно, попадает в организм при употреблении продуктов сельского хозяйства, обработанных химикатами на основе мышьяка. При этом необходимо принимать во внимание, что значительная часть продуктов поступает в районы Крайнего севера из различных регионов России, а также из зарубежных стран. Природу возникновения повышенного уровня серебра в волосах девочек мы пока объяснить не можем. Необходимо отметить, что интерпретация полученных данных по элементному составу волос зачастую затруднительна по причине многофакторности воздействий и особенностей реакции организма.

Литература

1. Агаджанян Н.А. «Экологический портрет человека на Севере / Н.А. Агаджанян, Н.В. Ермакова // М.: Крук. 1997. 206 с.

2. Агаджанян Н.А. Элементный портрет человека: заболеваемость, демография и проблема управления здоровьем нации / Н.А. Агаджанян, А.В. Скальный, В.Ю. Детков // Экология человека. 2013. № 11. С. 3-12.
3. Бонитенко Е.Ю. Элементный статус населения России Ч.1. Общие вопросы и современные методические подходы к оценке элементного статуса индивидуума и популяции / Бонитенко Е.Ю. (и др.); под ред. А.В. Скального, М.Ф. Киселева // Спб.: Медкнига «ЭЛБИ-СПб». 2010. 416 с.
4. Барашков Г.К. Медицинская бионеорганика. Основы, аналитика, клиника / Г.К. Барашков // М.: Изд-во «БИНОМ». 2011. С. 512.
5. Скальный А.В. Оценка элементного статуса популяции в генетической донозологической диагностике / А.В. Скальный, В.А. Демидов, М.Г. Скальная // Вестник СПб ГМА им. И.И. Мечникова. 2001. № 2-3 (2). С. 64-67.
6. Методические указания. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. С. 56.
7. Скальная А.В. О пределах физиологического (нормального) содержания Са, Mg, P, Zn и Cu в волосах человека / М.Г. Скальная, В.А. Демидов, А.В. Скальный // Микроэлементы в медицине. 2003. №4 (2). С. 5-10.
8. Безруких М.М. Возрастная физиология (физиология развития ребенка) / М.М. Безруких, В.Д. Сонькин, Д.А. Фарберг // 4-е издание. Изд-во: «ACADEMA». 2010. С. 115.
9. Федорец Н.Г. Почвы Карелии: геохимический атлас / Н.Г. Федорец [и др.] отв. ред. В.И. Крутов Рос. акад. наук, Карел. науч. центр. Ин-т леса // М.: Наука. 2008. 44 с.
10. Петров В.Н., Терещенко П.С., Мегорский В.В. Сравнительный анализ уровня заболеваемости населения и минерального состава воды артезианских скважин в Арктической зоне и средней полосе России // Вестник КНЦ РАН. Апатиты. 2017. № 4 (9). С. 28-35.
11. Петров В.Н., Терещенко П.С., **Мегорский** В.В. Изучение влияния минерального состояния питьевой воды на уровень заболеваемости населения в Апатитско-Кировском регионе Мурманской области // Морская медицина. Санкт-Петербург. 2017. Т. 3. № 3. С. 86-93.