

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

## ЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА РОССИИ

### MINERAL STATUS OF CHILDREN IN THE NORTH-WEST OF RUSSIA

*В.Ю. Детков*

*V.Yu. Detkov*

Институт биоэлементологии ФГОУ ВПО Оренбургский государственный университет, Оренбург  
Institute of Bioelementology, Orenburg State University, Orenburg, Russia

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Северо-Западный федеральный округ, дети, скрининг, волосы, элементный анализ.

**KEYWORDS:** North-Western Federal District, children, medical screening, hair, multielement analysis.

**РЕЗЮМЕ.** Проведено исследование элементного состава волос 1995 детей на территории Северо-Западного федерального округа РФ. Выявлено, что детское население СЗФО в большей степени, чем в ЦФО, подвержено риску металлоксикозов по Pb, Al, Cd, Hg, As, Be, а также риску дефицита Ca, Mg. Полученные данные говорят о сниженном экологическом благополучии территории СЗФО по сравнению с центральной частью России.

**ABSTRACT.** Hair mineral profile of 1995 children living in the North-Western part of the Russian Federation. It was revealed that in this territory children population has an increased risk of intoxication with Pb, Al, Cd, Hg, As, Be, and a higher risk of Ca, Mg deficiency as compared to Central Russia. The obtained data suppose lower ecological wellbeing in the North-West in comparison with Central Russia.

#### ВВЕДЕНИЕ

Воздействие на человека повышенных концентраций опасных химических веществ, среди которых важное место занимают свинец и другие тяжелые металлы, сопровождается, как правило, накоплением их в организме человека. Причем, это накопление происходит и при уровнях содержания токсичных металлов в природных средах гораздо ниже ПДК. При этом у большей части населения выявляются симптомы недостаточной адаптации – снижение неспецифической резистентности к неблагоприятным факторам окружающей среды физической, химической и биологической природы (Агаджанян и др., 1998; Агаджанян, Скальный, 2001; Панченко и др., 2004).

Территория Северо-Западного федерального округа РФ (СЗФО) в настоящее время не отлича-

ется благоприятной экологической обстановкой, поскольку здесь формируется почти пятая часть всех загрязненных сточных вод Российской Федерации и около 11% выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (Глушкова, Симагина, 2009).

Во всех областях региона также остро стоит проблема сбора, утилизации и захоронения твердых промышленных и бытовых отходов, поскольку состояние действующих полигонов и свалок не отвечает требованиям экологической безопасности. Все это создает потенциальную опасность загрязнения токсичными веществами почв, поверхностных и подземных вод. В этой связи большое значение приобретают методы выявления предпатологических изменений в результате негативного воздействия экологических факторов на организм человека.

Одним из таких методов, успешно применяемых в скрининговых медико-экологических исследованиях, является многоэлементный анализ волос. Показано (Афтанас и др., 2011), что наиболее адекватными для целей биоиндикации состояния обеспеченности населения региона и популяции в целом эссенциальными элементами и накопления потенциально опасных металлов являются волосы детей в возрасте от 3 лет, постоянно посещающих детское дошкольное учреждение или школу. Если для взрослых основными механизмами индукции эколого-зависимых заболеваний являются профессиональные факторы, воздействие транспорта, вредные привычки, то для детей более вероятен прямой путь поступления токсикантов в организм с водой, а также с осаждаемой пылью.

В данной работе приводятся результаты оценки элементного статуса детского населения Северо-Западного федерального округа России.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На территории СЗФО был проведен сбор образцов волос с последующим определением в них 25 химических элементов (Al, As, B, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, V, Zn). Всего было исследовано 1995 образцов волос, взятых в течение 2004–2010 гг. у детей в возрасте от 3 до 15 лет (978 мальчиков, 1017 девочек).

Все образцы были подвергнуты многоэлементному анализу в аккредитованной лаборатории АНО «Центр биотической медицины» – г. Москва (аттестат аккредитации ГСЭН.RU.ЦОА.311, регистрационный номер в Государственном реестре РОСС RU.0001.513118 от 29 мая 2003 г.) с применением комбинации методов ИСП-АЭС и ИСП-МС в соответствии с методическими указаниями МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03 (Иванов и др., 2003).

Математическая обработка полученных данных проводилась при помощи программ Microsoft Excel XP и Statistica 6.0. В качестве границ нормального содержания химических элементов в волосах при расчете отклонений использовались диагностические нормативы (БДУ, УБДУ), принятые в АНО «Центр биотической медицины».

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 1 приведены полученные данные по элементному составу волос детского населения СЗФО в целом.

Как видно из табл. 1, в СЗФО группы разного пола достоверно различаются по содержанию в волосах целого ряда элементов. Сам по себе этот факт не является необычным – закономерные половые различия в элементном составе волос у детей были описаны ранее (Грабеклис, 2004; Лобанова, 2007). Интересным представляется то, что при сравнении полученных данных с результатами аналогичного исследования, проведенного в Центральном федеральном округе (Афтанас и др., 2011), эти различия у детей из СЗФО оказываются более существенными в отношении большинства основных элементов-экоотоксикантов: мышьяка, кадмия, ртути, свинца. При этом по сравнению с детьми из Центрального федерального округа (ЦФО) во всех случаях содержание токсиканта у мальчиков увеличено больше, чем у девочек. Так, медианы содержания мышьяка у девочек и мальчиков в ЦФО составляют 0,044 и 0,061 мкг/г соответственно, кадмия – 0,027 и 0,051 мкг/г, ртути – 0,28 и 0,25 мкг/г, свинца – 0,55 и 1,04 мкг/г. Учитывая точку зрения, что элементный состав волос у мальчиков по сравнению с девочками менее стабилен и проявляет более выраженную за-

висимость от внешних условий (Грабеклис, 2009), можно предполагать, что полученные данные отражают более высокую нагрузку токсичными химическими элементами на территории СЗФО по сравнению с центральной частью России.

Сходные результаты дает и оценка отклонений от нормативов содержания химических элементов в волосах (табл. 2). Согласно полученным данным, среди детского населения СЗФО наиболее актуальны риски избыточного накопления (интоксикации) свинцом (7% у девочек и 13% у мальчиков, что приблизительно вдвое выше, чем в ЦФО – 3,4 и 7,9% соответственно) (Афтанас и др., 2011), алюминием (3,2 и 4,8% против 2,1 и 2,0% в ЦФО), кадмием (3,1 и 3,8% против 2,0 и 3,2%). Менее значимыми являются риски меркуриализма и арсеноза (превышение БДУ Hg в 1,6 и 0,9 % случаев и As в 1,2 и 0,6% случаев по сравнению с 1,0 и 0,9% по Hg и 0,07 и 0,16% по As в ЦФО). Превышений УБДУ Be в волосах детей из СЗФО не обнаружено, тогда как в ЦФО среди мальчиков этот показатель был превышен в 0,16% случаев.

Таким образом, детское население СЗФО в большей степени, чем в ЦФО, подвержено риску металлотоксикозов. Эти риски в порядке убывания можно расположить следующим образом: Pb, Al, Cd, Hg, As, Be.

Среди обследованных детей СЗФО умеренно распространены превышения УБДУ в волосах условно эссенциальных элементов. Так, повышенное содержание кремния характерно для 22,5% девочек и 15,9 % мальчиков, что заметно реже, чем в ЦФО (28,7 и 23,1% соответственно). Избыток бора в волосах встречается у 2,7% девочек и 4,5% мальчиков. Частота превышений УБДУ у жителей СЗФО и ЦФО составила – 1,0 и 0,2 % у девочек, 2,3 и 0,6 % у мальчиков. Превышение УБДУ лития в волосах выявлено у 1,5% девочек и мальчиков.

Следует оговориться, что в этой работе в качестве потенциальных техногенных поллютантов не рассматривались железо, марганец, медь, хром и цинк, поскольку эти химические элементы относятся к эссенциальным микроэлементам, и изучение их «вклада» в токсическую нагрузку требует более углубленного исследования.

Из эссенциальных макроэлементов у жителей СЗФО наиболее часто встречаются низкие показатели содержания в волосах кальция и магния, при этом их встречаемость почти вдвое выше, чем в ЦФО. Несколько менее выражена и в меньшей степени отлична от ЦФО распространенность дефицитов фосфора, калия и натрия (табл. 2).

Следует отметить, что дефицит жизненно важных макро- и микроэлементов является, как правило, более распространенным явлением, чем гиперэлементозы и интоксикации, и представляет не менее масштабную опасность для здоровья человека в постиндустриальном обществе. Поэтому проблема диагностики и восполнения дефицитов химических элементов-микронутриентов, возни-

кающих, как правило, из-за неоптимального питания, патологического состояния желудочно-кишечного тракта, нервной системы и выделительных органов, реже – в результате интоксикаций

(антагонистические взаимодействия) или лекарственного взаимодействия (комплексобразование), является также весьма актуальной для сохранения здоровья населения.

Таблица 1. Содержание химических элементов в волосах детского населения Северо-Западного федерального округа РФ (дети 3–15 лет), мг/кг

Элемент	Девочки (n = 1017)		Мальчики (n = 978)	
	Me (q25–q75)	M ± SD	Me (q25–q75)	M ± SD
Al	10,48 (6,72–17,07)	14,1 ± 12,94	10,47 (6,98–15,75)	14,89 ± 17,46
As*	0,0539 (0,021–0,0912)	0,1085 ± 0,2518	0,0715 (0,0462–0,122)	0,128 ± 0,2383
B*	0,82 (0,39–1,61)	1,25 ± 1,43	1,18 (0,64–2,22)	1,77 ± 2,1
Be	0,0015 (0,0015–0,0076)	0,0057 ± 0,0108	0,0029 (0,0015–0,0084)	0,0061 ± 0,0085
Ca*	284 (191–489)	444 ± 538	240 (170–339)	320 ± 299
Cd*	0,046 (0,02–0,111)	0,097 ± 0,164	0,072 (0,036–0,15)	0,13 ± 0,181
Co*	0,015 (0,009–0,028)	0,043 ± 0,124	0,013 (0,009–0,021)	0,032 ± 0,068
Cr*	0,45 (0,31–0,67)	0,59 ± 0,57	0,55 (0,4–0,89)	0,76 ± 0,63
Cu*	10,3 (9,1–12,1)	12 ± 9,3	10,1 (8,9–11,8)	11,2 ± 6,1
Fe	19,7 (14,3–29,1)	28,1 ± 42,6	18,2 (13,4–26,1)	29,1 ± 50,4
Hg*	0,28 (0,16–0,48)	0,39 ± 0,43	0,23 (0,13–0,4)	0,34 ± 0,39
I	0,87 (0,37–1,99)	2,83 ± 8,65	0,82 (0,39–1,88)	3,29 ± 21,19
K*	148 (42–606)	540 ± 943	336 (113–1015)	787 ± 1119
Li*	0,019 (0,006–0,036)	0,032 ± 0,049	0,026 (0,014–0,047)	0,047 ± 0,12
Mg*	27 (17,2–49,6)	54,3 ± 95,2	19,8 (13,8–30,1)	34,3 ± 51,5
Mn*	0,54 (0,27–1,09)	1,12 ± 2,13	0,43 (0,26–0,75)	0,89 ± 2,35
Na*	169 (69–532)	474 ± 910	324 (113–940)	889 ± 1551
Ni*	0,28 (0,17–0,5)	0,46 ± 0,65	0,22 (0,14–0,38)	0,76 ± 7,9
P*	131 (114–151)	140 ± 56	137 (122–154)	151 ± 72
Pb	0,95 (0,38–2,06)	2,09 ± 11,64	1,54 (0,79–3,14)	2,6 ± 3,43
Se	0,34 (0,2–0,52)	0,6 ± 2,13	0,35 (0,19–0,55)	0,54 ± 1,44
Si*	23,9 (13,7–37,5)	32,7 ± 37,2	21,1 (13,9–32,5)	28,4 ± 32,6
Sn	0,18 (0,09–0,37)	0,37 ± 0,77	0,17 (0,1–0,31)	0,34 ± 0,57
V*	0,079 (0,049–0,125)	0,101 ± 0,095	0,096 (0,059–0,157)	0,135 ± 0,16
Zn	139 (90–179)	142 ± 144	138 (97–173)	141 ± 87

Примечание: Me – медиана, q25 – нижний квартиль; q75 – верхний квартиль; M – среднее арифметическое; SD – стандартное отклонение; \* – достоверное различие между полами ( $p < 0,05$ ).

Таблица 2. Встречаемость отклонений от нормы по результатам элементного анализа волос у детей Северо-Западного федерального округа РФ, %

Элемент	Девочки		Мальчики	
	Повышено	Понижено	Повышено	Понижено
Al	3,15	3,64	4,81	3,03
As	1,18	–	0,63	–
B	2,67	–	4,50	–
Be	–	–	–	–
Ca	17,90	39,04	9,71	40,90
Cd	3,05	–	3,77	–
Co	0,29	78,66	0,10	89,11
Cr	21,44	26,55	32,77	15,39
Cu	10,82	39,04	10,84	42,84
Fe	30,09	12,19	26,92	13,51
Hg	1,64	–	0,92	–
I	15,99	34,54	14,96	36,16
K	23,01	32,74	33,79	21,23
Li	1,47	–	1,46	–
Mg	20,16	37,36	12,27	41,51
Mn	23,99	29,20	15,54	31,29
Na	28,56	28,13	37,39	20,99
Ni	2,36	–	3,25	–
P	17,99	37,27	18,12	33,19
Pb	6,98	–	12,85	–
Se	3,44	44,98	2,87	43,24
Si	22,55	15,07	15,92	16,15
Sn	1,11	–	0,86	–
V	1,01	–	2,25	–
Zn	12,80	34,84	14,72	32,52

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на основании полученных при обследовании детского населения СЗФО данных о содержании химических элементов в волосах можно заключить, что гиперэлементозы по основным экотоксикантам и гипозэлементозы по

жизненно важным макро- и микроэлементам существенно распространены в этом регионе и, несомненно, вносят большой отрицательный вклад в состояние здоровья и демографическую ситуацию в нем. Соответственно, и социально-экономический эффект от коррекции элементного статуса населения может быть заметным.

### ЛИТЕРАТУРА

*Агаджанян Н.А., Марачев А.Г., Бобков Г.А.* Экологическая физиология человека. М.: Крук. 1998. 416 с.

*Агаджанян Н.А., Скальный А.В.* Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека. М.: КМК. 2001. 83 с.

*Афтанас Л.И., Березкина Е.С., Бонитенко Е.Ю., Вареник В.И., Грабеклис А.Р., Демидов В.А., Киселев М.Ф., Нечипоренко С.П., Николаев В.А., Скальный А.В., Скальная М.Г.* Элементный статус населения России. Часть 2. Элементный статус населения Центрального федерального округа / под ред. А.В. Скального, М.Ф. Киселева. СПб.: Медкнига «Элби-СПб». 2011. 432 с.

*Глушкова В.Г., Симагина Ю.А.* (ред.) Федеральные округа России. Региональная экономика: учебное пособие. М.: КНОРУС. 2009. 352 с.

*Грабеклис А.Р.* Возрастные и половые различия в элементном составе волос детей школьного возраста //

Российский педиатрический журнал. 2004. № 4. С. 60–61.

*Грабеклис А.Р.* Половые, возрастные и эколого-географические различия в элементном составе волос у детей 7–14 лет, проживающих в различных регионах России: Автореф. дисс. ... к.б.н. СПб. 2009. 24 с.

*Иванов С.И., Подунова Л.Г., Скачков В.Б., Тутельян В.А., Скальный А.В., Демидов В.А., Скальная М.Г., Серебрянский Е.П., Грабеклис А.Р., Кузнецов В.В.* Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрией: Методические указания (МУК 4.1.1482-03, 4.1.1483-3). М.: ФЦГСН России. 2003. 56 с.

*Лобанова Ю.Н.* Особенности элементного статуса детей различных регионов России. Автореф. дисс. ... к.б.н. М. 2007. 20 с.

*Панченко Л.Ф., Маев И.В., Гуревич К.Г.* Клиническая биохимия микроэлементов. М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ. 2004. 368 с.