

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА ДЕТЕЙ  
ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА, ПРОЖИВАЮЩИХ  
В ХРОМОВОЙ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ**

**MINERAL STATUS OF PRESCHOOL CHILDREN  
LIVING IN A CHROMIUM BIOGEOCHEMICAL PROVINCE**

**А.А. Корчевский, Т.И. Слажнева, Н.А. Яковлева\***  
**A.A. Korchevsky, T.I. Slazhneva, N.A. Yakovleva\***

Центр охраны здоровья и экопроектирования, Алматы, Казахстан  
Национальный центр проблем формирования здорового образа жизни Министерства здравоохранения Республики Казахстан, Алматы, Казахстан

Center for Health protection and environmental projects, Almaty, Kazakhstan  
National Center for Healthy Lifestyle Formation of the Ministry of Public Health of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** хром, волосы, ногти, элементный статус, дисбаланс биоэлементов

**KEYWORDS:** chromium, hair, nails, mineral status, imbalance of bioelements

**РЕЗЮМЕ:** Исследование посвящено оценке элементного статуса детей дошкольного возраста, проживающих в г. Актобе. Город Актобе — центр хромперерабатывающей промышленности Республики Казахстан. Установлено, что у детей из загрязненной зоны не только достоверно выше уровень содержания в волосах хрома, но и более выражен дисбаланс эссенциальных элементов. Подтверждена высокая информативность элементного состава волос как индикатора качества окружающей среды.

**ABSTRACT:** Continuous functioning of chromium processing industry enterprises in Aktobe city has lead to formation of a biogeochemical province. Mineral status of two preschool institutions (PSI) located in the city at different distance from industrial plants was estimated: PSI № 8 was situated closely to the industrial zone while PSI № 30 was in a relatively clear district. Totally, 135 hair samples and 45 nail samples were collected from preschool children and subjected to multielement ICP-AES/ICP-MS analysis. It was found that in hair samples from PSI № 8 content of chromium, mercury, iodine, vanadium was significantly higher comparing those from PSI № 30, while content of phosphorus was lower. In nails from PSI № 8 content of mercury, silicon was higher, content of calcium,

chromium, potassium, sodium, nickel, vanadium was lower comparing PSI № 30. Hair was found to be more adequate indicator of mineral status than nails. In PSI № 8 relatively more children had supernormal hair content of chromium, than in PSI № 30 (PSI № 8—74.3%, PSI № 30 — 47.8%). Significant number of children had signs of mineral imbalance. Besides high level of chromium, deficiency of cobalt, zinc, copper, selenium etc was detected. The imbalance was more expressed in children from PSI № 8. Within the study, a complex of preventive measures was worked out for each child.

**ВВЕДЕНИЕ**

Длительное функционирование в г. Актобе предприятий хромперерабатывающей промышленности привело к формированию хромовой биогеохимической провинции. Это обусловило актуальность организации мониторинга за содержанием металлов в биосредах населения. Важным шагом для решения указанной проблемы явилась оценка элементного статуса детей дошкольного возраста г. Актобе. Работа была выполнена в 2007 г. по заданию ГУ «Департамент природных ресурсов и регулирования природопользования Актюбинской области» в рамках проекта «Медико-биологический мониторинг воздействия «историчес-

\*Адрес для переписки: Яковлева Наталья Альбиновна; E-mail: eco@topmail.kz, Nat\_Alb@mail.ru

ких техногенных минеральных образований» на здоровье населения Актюбинской области».

В качестве индикаторного контингента, ограниченного в передвижениях по территории города и не имеющего профессионального контакта с вредными факторами, выбраны дети дошкольного возраста.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для оценки элементного статуса были выбраны два детских дошкольных учреждения (ДДУ), расположенных в районах города, в разной степени удаленных от источников выбросов загрязняющих веществ. Выбор ДДУ был произведен совместно со специалистами санитарно-эпидемиологической службы. ДДУ № 8 был расположен в непосредственной близости от промышленной зоны. Объекты окружающей среды в данном районе в значительной степени загрязнены выбросами предприятий, в первую очередь хромом. ДДУ № 30 был расположен на значительном удалении от промышленной зоны в относительно чистом районе. Иллюстрацией различия в уровне загрязнения окружающей среды двух выбранных районов являлся уровень содержания в почве хрома: на территории ДДУ № 8 его содержание в 9,76 раза превышало аналогичный показатель по ДДУ № 30.

Объектом исследования являлись пробы волос и ногтей — биосреды, отбор которых не связан с проведением инвазивных процедур, что в настоящее время чрезвычайно важно ввиду обострения эпидемиологической ситуации в ряде регионов Республики Казахстан. О диагностической важности определения микроэлементного состава волос и ногтей указано в работах ряда авторов (Агаджанян и др., 2001; Скальный и др., 2003; Сетко, Сетко, 2004).

На информативность использования проб волос для оценки хронического поступления в организм хрома указывала Ж.Ж. Гумарова. В частности, результаты проведения экспериментальных исследований по оценке накопления хрома в организме опытных животных позволили автору с большой степенью вероятности предположить, что и для человека при длительном воздействии на организм хрома для диагностики степени интоксикации информативность волос выше, чем крови (Гумарова, 1995).

Отбор проб волос и ногтей проводили по стандартной методике, всего было отобрано 135 проб волос и 45 проб ногтей. Лабораторное определение содержания металлов проводилось в «Центре биотической медицины» (Москва) с использованием современного оборудования: ИСП-АЭС спектрометр Optima 2000 DV, ИСП-МС спектрометр ELAN 9000, система микроволнового разложения образцов «Multiwave-3000». В биопробах устанавливали содержание 25 химических элемен-

тов: 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.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 1 представлены результаты лабораторного анализа проб волос. Оценка уровней содержания отдельных элементов в биопробах детей, проживающих в различных районах города, позволила установить достоверное различие по ряду показателей. В частности, выявлено, что в пробах волос детей, посещающих ДДУ № 8, достоверно выше содержание хрома, ртути, йода, ванадия. В пробах волос детей ДДУ № 30 достоверно больше содержится фосфора.

В исследованиях Г.Н. Кисмановой и Р.Е. Нургалыевой была представлена оценка накопления хрома, бора, железа и йода в волосах детей 7—12 лет, проживающих в г. Актобе (Кисманова, Нургалыева, 2006). Лабораторный анализ так же, как и в данном исследовании, был выполнен в «Центре биотической медицины» в Москве, что обеспечивает сопоставимость полученных результатов. Выявленный нами средний уровень накопления хрома в волосах детей дошкольного возраста, посещающих ДДУ № 8 и проживающих в условно грязном районе, равен  $1,03 \pm 0,05$  мкг/г. Это выше аналогичных показателей у детей из условно грязного района в возрасте 7, 8, 9, 10 и 11 лет ( $0,495 \pm 0,05$  мкг/г;  $0,56 \pm 0,06$  мкг/г;  $0,764 \pm 0,10$  мкг/г;  $0,76 \pm 0,1$  мкг/г;  $0,46 \pm 0,01$  мкг/г соответственно), но несколько ниже, чем у детей 12 лет ( $1,478 \pm 0,90$  мкг/г). Уровень содержания хрома в пробах волос детей дошкольного возраста из условно чистого района (ДДУ № 30) выше уровня содержания данного элемента в пробах волос детей из аналогичного района в возрасте 7, 8, 9, 10, 11 и 12 лет. Представленные данные свидетельствуют о высокой степени кумуляции хрома в волосах детей дошкольного возраста и, соответственно, о высокой информативности данной возрастной группы как индикаторного контингента.

Результаты лабораторного анализа проб ногтей представлены в таблице 2.

Согласно полученным данным, в пробах ногтей детей, посещающих ДДУ № 8, достоверно выше содержание ртути и кремния. В пробах ногтей детей из ДДУ № 30 достоверно выше уровень содержания кальция, хрома, калия, натрия, никеля, ванадия.

Представленные сведения указывают на специфику накопления микроэлементов отдельными биосредами. Учитывая характер содержания металлов в почве, в частности, достоверно более высокий уровень хрома в пробах почвы на территории ДДУ № 8, можно предположить, что волосы являются более надежным индикатором, отражающим качество окружающей среды.

Учитывая, что для Республики Казахстан и Актюбинского региона, в частности, не разрабо-

*Таблица 1. Средние уровни содержания элементов в пробах волос детей, посещающих ДДУ № 8 и ДДУ № 30 г. Актобе (мкг/г)*

Элементы	ДДУ № 8			ДДУ № 30		
	M ± m	MIN	MAX	M ± m	MIN	MAX
Al	25,3 ± 2,8	5,45	142,2	24,5 ± 3,4	7,85	167,7
As	0,128 ± 0,01	0,021	0,272	0,127 ± 0,01	0,052	0,257
B	4,56 ± 0,37	0,822	17,2	5,05 ± 0,66	0,023	25,3
Be	0,004 ± 0,001	0,002	0,019	0,004 ± 0,001	0,002	0,013
Ca	564,7 ± 37,9	155,0	2073	585,7 ± 37,6	204,0	1657
Cd	0,082 ± 0,01	0,003	0,433	0,089 ± 0,01	0,012	0,312
Co	0,024 ± 0,001	0,005	0,134	0,024 ± 0,001	0,009	0,081
Cr*	1,033 ± 0,05	0,3	2,68	0,879 ± 0,05	0,247	2,10
Cu	9,92 ± 0,45	4,23	24,8	9,29 ± 0,57	6,54	38,0
Fe	39,6 ± 4,5	12,0	235,7	38,2 ± 4,5	15,6	257,0
Hg*	0,373 ± 0,03	0,035	1,31	0,262 ± 0,02	0,04	0,76
I*	5,93 ± 1,32	0,15	65,8	2,10 ± 0,29	0,15	12,8
K	976,4 ± 152,7	17,0	6824	1065,6 ± 138,5	52,0	4488
Li	0,055 ± 0,0	0,014	0,212	0,054 ± 0,0	0,016	0,163
Mg	57,3 ± 5,2	13,9	289,7	55,3 ± 4,8	16,7	208,3
Mn	1,16 ± 0,11	0,232	5,51	1,08 ± 0,11	0,355	5,14
Na	991,4 ± 161,8	22,0	9489	1171,6 ± 164,4	4,0	5858
Ni	0,311 ± 0,03	0,064	1,43	0,393 ± 0,04	0,068	2,03
P*	136,0 ± 4,6	46,0	345,0	153,2 ± 5,2	109,0	404,0
Pb	2,88 ± 0,25	0,114	11,6	2,85 ± 0,23	0,368	8,57
Se	0,398 ± 0,03	0,05	1,13	0,398 ± 0,02	0,05	0,791
Si	34,5 ± 2,5	4,76	115,6	36,8 ± 2,0	11,0	82,7
Sn	0,364 ± 0,04	0,033	1,90	0,326 ± 0,03	0,056	1,62
V*	0,277 ± 0,01	0,053	0,661	0,229 ± 0,02	0,064	0,61
Zn	101,9 ± 7,6	8,0	318,0	110,5 ± 6,7	24,0	323,0

\* Различие достоверно (p < 0,05).

Таблица 2. Средние уровни содержания элементов в ногтях детей, посещающих ДДУ № 8 и ДДУ № 30 г. Актобе (мкг/г)

Элементы	ДДУ № 8			ДДУ № 30		
	M ± m	MIN	MAX	M ± m	MIN	MAX
Al	110,7 ± 10,0	34,8	270,0	126,1 ± 13,7	67,4	193,9
As	0,132 ± 0,01	0,054	0,396	0,259 ± 0,069	0,124	1,08
B	0,827 ± 0,11	0,074	2,20	0,911 ± 0,136	0,344	2,08
Be	0,014 ± 0,0	0,002	0,054	0,012 ± 0,003	0,002	0,044
Ca*	1409 ± 44	934	1979	1861 ± 171	1250	3296
Cd	0,245 ± 0,04	0,055	1,23	0,285 ± 0,066	0,094	0,953
Co	0,079 ± 0,1	0,023	0,161	0,109 ± 0,02	0,056	0,324
Cr*	1,23 ± 0,14	0,078	4,31	2,45 ± 0,30	1,10	3,9
Cu	6,60 ± 0,62	3,36	21,5	12,2 ± 3,4	4,94	42,3
Fe	195,1 ± 16,0	86,9	431,9	243,1 ± 25,5	141,8	463,8
Hg	0,137 ± 0,02*	0,003	0,414	0,071 ± 0,02	0,003	0,292
I	0,884 ± 0,19	0,15	5,00	1,63 ± 0,479	0,354	6,25
K*	428,7 ± 56,1	155,0	1926	1274,9 ± 236,8	327,0	2666
Li	0,108 ± 0,01	0,027	0,218	0,140 ± 0,02	0,071	0,373
Mg	224,5 ± 6,74	150,9	315,1	287,2 ± 49,6	197,9	865,6
Mn	4,26 ± 0,32	1,08	8,21	5,63 ± 0,83	2,99	11,8
Na*	983,3 ± 87,3	360,0	2920	2026,7 ± 398,0	637,0	5651
Ni*	1,04 ± 0,17	0,305	4,48	2,31 ± 0,38	1,11	6,51
P	422,3 ± 13,3	316,0	629,0	529,5 ± 57,4	294,0	1020
Pb	4,04 ± 0,75	0,986	25,1	3,83 ± 0,48	1,92	7,45
Se	0,474 ± 0,02	0,305	0,706	0,356 ± 0,049	0,05	0,648
Si	98,6 ± 11,2*	39,1	362,0	51,5 ± 9,33	0,6	105,9
Sn	0,473 ± 0,070	0,094	2,02	0,548 ± 0,105	0,173	1,54
V*	0,213 ± 0,020	0,034	0,645	0,468 ± 0,045	0,295	0,78
Zn	136,9 ± 4,8	97,0	243,0	156,5 ± 10,5	115,0	240,0

\* Различие достоверно (p &lt; 0,05).

тан норматив содержания микроэлементов в биосредах населения, за условный норматив были приняты данные российских исследователей. В частности, верхняя граница нормы условно эссенциальных и токсичных химических элементов соответствовала их фоновому содержанию у жителей Москвы. Оценка степени отклонения выявленных уровней от условного норматива была проведена с участием специалистов АНО «Центр биотической медицины» по 4-балльной шкале. Согласно полученным результатам, в волосах детей, посещающих ДДУ № 8 и ДДУ № 30, не выявлено превышение норматива содержания таких токсичных элементов, как As, Be, Cd, Hg, Sn, Li. Особого внимания заслуживает содержание в волосах хрома — регионального индикатора антропогенного загрязнения окружающей среды. В ДДУ № 8 установлена достоверно большая доля проб волос с повышенным содержанием хрома: ДДУ № 8 — 74,3%, ДДУ № 30 — 47,8%. На рисунке 1 показано распре-

цит ряда эссенциальных элементов, в первую очередь кобальта, меди, цинка, селена. При этом у детей, посещающих ДДУ № 8, дисбаланс элементов выражен более интенсивно.

Выявлен высокий удельный вес проб волос с низким содержанием Со. В ДДУ № 8 таких проб оказалось 91,9%, в ДДУ 30 — 82,6%. В ДДУ № 8 выявлено отклонение от норматива I, II и III степени. В ДДУ № 30 — только I, II степени. Пониженное содержание меди установлено в 62,2% проб волос ДДУ № 8 и 73,9% проб волос ДДУ № 30. Повышенное содержание меди выявлено в 10,8% проб волос ДДУ № 8 и 4,4% проб волос ДДУ № 30. Удельный вес проб волос с пониженным содержанием цинка достоверно выше в ДДУ № 8 (48,6%), в сравнении с ДДУ № 30 (18,8%). У пяти детей в ДДУ 8 выявлено отклонение от нормы четвертой степени. Повышенный уровень цинка установлен в 9,46% проб волос детей ДДУ № 8 и 4,35% проб волос детей ДДУ № 30. В процессе исследования

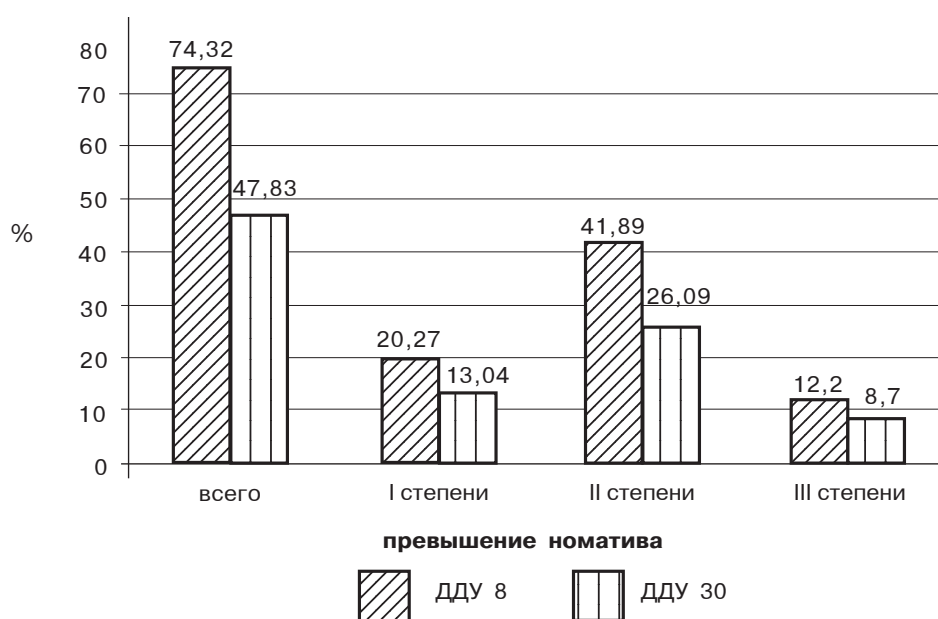


Рис. 1. Доля проб волос с содержанием хрома выше норматива

деление удельного веса проб волос по степени превышения норматива.

Избыточное поступление хрома в организм может приводить к анемии, аллергиям, астматическим бронхитам, контактными дерматозам, увеличивать риск новообразований. Кроме специфических эффектов контакт с соединениями хрома способствует развитию гепатитов, гастритов, астено-невротических расстройств.

Полученные данные свидетельствовали о том, что у значительной доли детей имеются признаки дисбаланса микроэлементов. Так, наряду с повышенным содержанием хрома наблюдается дефи-

циента селена в 28,4%; проб волос детей ДДУ № 8 и 23,2 % проб волос детей ДДУ № 30. Повышенных уровней не установлено.

Проведенное исследование позволило впервые получить максимально полную картину элементного статуса детей дошкольного возраста г. Актобе. Представленные результаты являются базой для мониторинга элементного статуса различных групп населения города. Помимо этого, на основании проведенного исследования были разработаны профилактические мероприятия для каждого ребенка. Учитывая высокие уровни хрома, выяв-

ленные в значительном количестве проб, параллельно с восстановлением баланса микроэлементов предложено проводить дезинтоксикационную терапию с использованием сорбентов. Важным является повышение иммунного статуса, в частности, путем использования лечебных трав. Учитывая, что дети большую часть времени находятся в ДДУ, необходима консолидация усилий родителей, медицинских работников, педагогов в формировании и внедрении единой оздоровительной программы.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование впервые для условий г. Актобе позволило оценить элементный статус детей дошкольного возраста, что может явиться основой для формирования базы данных по оценке микроэлементного статуса различных возрастно-половых групп населения. Элементный состав волос является более надежным, в сравнении с ногтями, индикатором, отражающим качество окружающей среды.

Установлено, что наряду с повышенным содержанием в волосах хрома наблюдается дефицит ряда эссенциальных элементов, в первую очередь кобальта, меди, цинка, селена. При этом у детей, посещающих ДДУ, расположенное в загрязненной зоне, дисбаланс элементов выражен более интенсивно. Это подтверждает воздействие специфических загрязнителей окружающей среды города, в

первую очередь хрома, на микроэлементный статус населения.

В рамках исследования разработан комплекс профилактических мероприятий для каждого обследованного ребенка, что обуславливает высокую практическую значимость проделанной работы.

### ЛИТЕРАТУРА

*Агаджанян Н.А., Велданова М.В., Скальный А.В.* Экологический портрет человека и роль микроэлементов. М., 2001. 236 с.

*Скальный А.В., Быков А.Т., Серебрянский Е.П., Скальная М.Г.* Медико-экологическая оценка риска гипермикроэлементозов у населения мегаполиса. Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2003. 134 с.

*Сетко И.М., Сетко Н.П.* Оценка баланса микроэлементов у детей промышленного города, как интегрального показателя донозологической диагностики экологически обусловленной патологии // Микроэлементы в медицине. 2004. Т. 5. Вып. 4. С. 130—131.

*Гумарова Ж.Ж.* Кинетика накопления хрома внутренними органами // Проблемы медицинской экологии. Т.2. Караганда, 1995. С. 44—47.

*Кисманова Г.Н., Нурғалиева Р.Е.* Кумулятивная способность волос как проявление адаптации // Медицинский журнал Западного Казахстана. 2006. № 4(12). С. 35—37.