

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС ДЕТЕЙ КАК ОТРАЖЕНИЕ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОГО РЕГИОНА

ELEMENTAL STATUS OF CHILDREN AS A REFLECTION OF THE ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY OF THE TERRITORY OF THE ORENBURG REGION

*Т.И. Бурцева**, *С.В. Нотова*, *О.О. Фролова*, *О.И. Бурлуцкая*, *М.Г. Скальная*
*T.I. Burtseva**, *S.V. Notova*, *O.O. Frolova*, *O.I. Burlutskaya*, *M.G. Skalnaya*

Оренбургский государственный университет, Оренбург
Orenburg State University, Orenburg, Russia

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: химические элементы, экологические особенности территории, дети, биосубстраты (волосы)

KEY WORDS: chemical elements, ecological peculiarities of the territory, children, biosubstrates (hair)

РЕЗЮМЕ: В статье продемонстрированы результаты исследований биосубстратов (волосы) детского населения Оренбургской области. Проведенное обследование позволило установить особенности элементного профиля детского населения, которое полностью отражает экологические особенности данного региона.

ABSTRACT: The article describes the results of studies of biosubstrates (hair) of the child population in the Orenburg region. The investigation has allowed to establish peculiarities of elemental profile of the child population that fully reflect the ecological features of the region.

ВВЕДЕНИЕ

В основе жизнедеятельности лежит непрерывный обмен веществ между организмом и окружающей средой. Пища является одним из главных связующих звеньев организма с внешней средой (Агаджанян, Скальный, 2001). В этом отражена глубинная связь между живой и неживой («косной», по выражению В.И. Вернадского) материей. А конкретным отражением этой связи являются, согласно концепции В.В. Ковальского (1987), «биогеохимические пищевые цепи», связывающие особенности окружающей среды через пищевые продукты с организмом человека (Вернадский, 1927; Ковальский, 1987). В связи с этим многоэлементный

анализ биосубстратов человеческого организма на сегодняшний день является наиболее перспективным методом интегральной оценки состояния окружающей среды и влияния ее на организм человека (Скальный и др., 2003; Панченко и др., 2004; Нотова, 2005; Голубкина, Папазян, 2006; Бурцева, Рудаков, 2007).

Представление о влиянии биогеохимических особенностей территории на организм человека усложняется необходимостью рассмотрения проблемы в аспекте геохимической и экологической мозаичности среды. Среда характеризуется значительными изменениями химического состава в зависимости от экологической и геохимической обстановки: одни территории обогащены определенными химическими элементами, другие, наоборот, бедны. Недостаток или избыток в среде таких элементов, как сера, никель, йод, селен, цинк, стронций, бор, молибден, и некоторых других вызывают специфические реакции организмов: морфологические изменения, уродства, изменения воспроизводства, эндемические заболевания.

Исследования в этом направлении очень важны, так как служат основой понимания связи на молекулярном уровне организмов с геохимической средой обитания (Абдурахманов, Зайцев, 2004). В связи с тем, что на организм ребенка практически не оказывают влияние производственные факторы, в меньшей степени влияют социальные и экономические; элементный статус детского населения характеризует эколого-геохимические особенности территории.

* Адрес для переписки: Бурцева Татьяна Ивановна; Оренбургский государственный университет, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13; E-mail: burtat@yandex.ru

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование по обеспеченности детей макро- и микроэлементами проводили в апреле 2008 г. Всего в исследованиях приняли участие 100 детей в возрасте 8–9 лет, из них 50 детей проживали в Оренбурге и 50 детей — в одном из аграрных (пригородных) районов Оренбургской области.

Определение содержания макро- и микроэлементов в биосубстрате (волосы) проведено в испытательной лаборатории АНО «Центр биотической медицины» (Москва), аккредитованной при Федеральном центре Госсанэпиднадзора при Министерстве здравоохранения РФ методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргонной плазмой АЭС-ИСП, МС-ИСП) в соответствии с методическими указаниями 4.1.1482-03, 4.1.1483-03, утвержденными МЗ РФ (2003).

В связи с тем, что официальные нормативные показатели по содержанию большинства химических элементов в волосах не установлены, основой для оценки накопления химических элементов в волосах обследуемых стали средние значения содержания данных элементов в волосах (25–75 цен-

тильный интервал), полученные при проведении популяционных исследований в различных регионах России. Эти центильные интервалы были приняты нами в соответствии с рекомендациями А.В. Скального (2003), М.Г. Скальной (2005) и других в качестве относительной «нормы».

Полученные результаты были подвергнуты статистической обработке с определением средней арифметической величины (M), стандартной ошибки средней арифметической (m).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При сравнении элементного состава волос детей, проживающих в городе и в селе, можно отметить достоверно большее содержание у сельских мальчиков магния в волосах, а у девочек фосфора (табл. 1). У мальчиков, проживающих в сельской местности, отмечается также тенденция к более высоким значениям содержания кальция в волосах, а у девочек — тенденция к его снижению. Учитывая большой разброс данных, даже в рамках физиологической нормы, мы изучили распространенность отклонений в каждой группе по результатам индивидуальных анализов (рис. 1, 2).

Таблица 1. Содержание макроэлементов в волосах обследованных детей ($M \pm m$), мг/кг

Элемент	Мальчики		Девочки	
	Городские дети	Сельские дети	Городские дети	Сельские дети
Ca	309 ± 19	371 ± 39,8	1 104 ± 308	762 ± 131,1
Mg	35 ± 3	51 ± 6,0*	109 ± 26	98 ± 18,6
P	152 ± 4	151 ± 3,3	119 ± 3	137 ± 4,3*
Na	668 ± 141	676 ± 68,1	302 ± 50	687 ± 67
K	641 ± 169	426 ± 76	266 ± 75	734 ± 213

Примечание: * достоверная разница между детьми, проживающими в городе и селе внутри половых групп ($p < 0,05$).

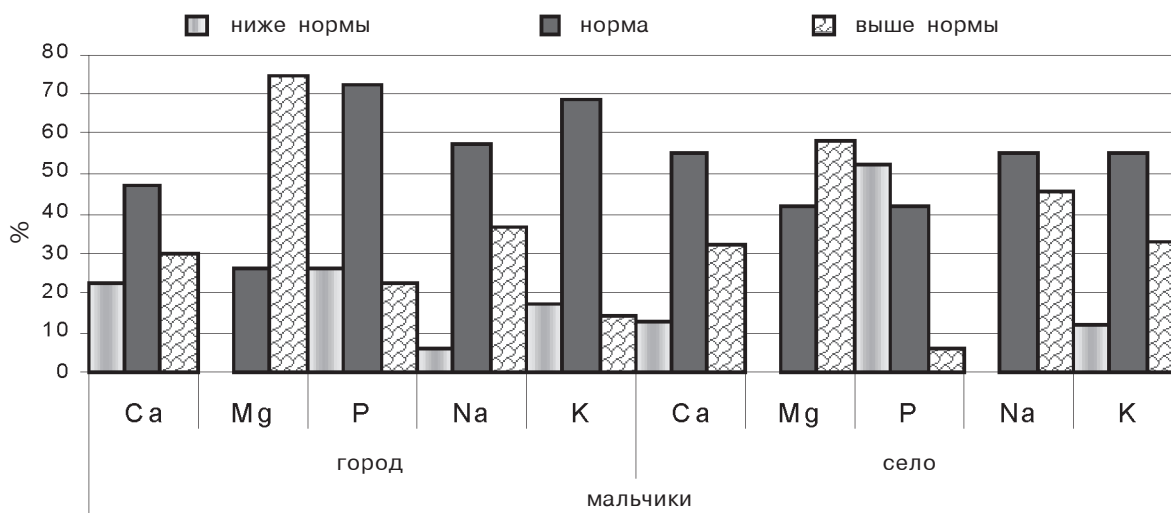


Рис. 1. Распространенность дефицитов и избытков содержания макроэлементов в волосах мальчиков

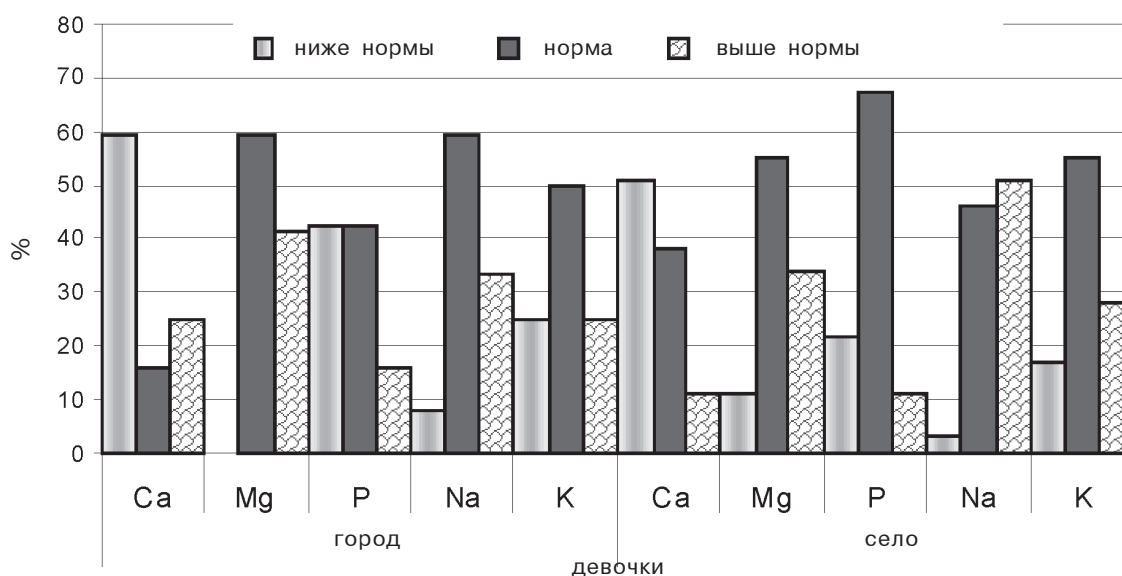


Рис. 2. Распространенность дефицитов и избытков содержания макроэлементов в волосах девочек

При сравнении содержания элементов в волосах обследованных детей установлено, что независимо от пола у горожан чаще встречается дефицит кальция и избыток магния и фосфора, у сельчан чаще встречается избыток натрия и калия в волосах.

В результате оценки содержания жизненно необходимых микроэлементов в волосах обследованных детей без учета места жительства установлено превышение содержания железа в среднем в 1,5 раза от верхней границы нормы (45 мг/кг — мальчики, 30 мг/кг — девочки), что характерно для 58% обследованных.

Выявлено, что содержание селена в волосах детей снижено в 2 раза, что характерно практически для всех обследуемых. Несмотря на то, что средние значения содержания кобальта соответствуют норме, у большинства детей зафиксирован дефицит этого элемента. Выявлен выраженный дисбаланс содержания цинка и йода при соответствующих нормах средних значениях. Так, у 23% детей выявлен из-

быток цинка, а у 32% недостаток, у 20% детей выявлен избыток йода, а у 30% недостаток. При сравнении результатов содержания микроэлементов в волосах мальчиков и девочек установлено, что для мальчиков характерны более высокие значения содержания Zn (162 мг/кг, $p < 0,05$), Cr (57 мг/кг, $p < 0,05$) и Fe (45 мг/кг), тогда как для девочек отмечены более высокие значения по Cu, Mn, Co, I.

При сравнении детей, проживающих в городе и селе, достоверных различий в содержании микроэлементов получено не было (табл. 2). Однако в волосах сельских мальчиков был выше уровень железа, цинка, марганца, кобальта, йода и селена. В волосах городских девочек были ниже показатели содержания железа, цинка, селена, йода и выше значения меди и марганца.

При рассмотрении индивидуальных анализов выявлен дисбаланс содержания эссенциальных элементов в организме детей (рис. 3, 4). Для городских детей характерен тотальный дефицит селена,

Таблица 2. Содержание эссенциальных микроэлементов в волосах обследованных детей ($M \pm m$), мг/кг

Элемент	Мальчики		Девочки	
	Городские дети	Сельские дети	Городские дети	Сельские дети
Fe	30 ± 2,8	54 ± 13,6	26 ± 3	34 ± 5,6
Zn	154 ± 13	166 ± 6,6	126 ± 9,6	142 ± 10,6
Cu	9 ± 0,33	9,0 ± 0,29	15,4 ± 3,5	8,7 ± 0,28
Mn	0,79 ± 0,113	0,94 ± 0,092	0,99 ± 0,139	0,86 ± 0,140
Co	0,017 ± 0,0012	0,024 ± 0,003	0,057 ± 0,0267	0,052 ± 0,025
Cr	0,56 ± 0,043	0,57 ± 0,053	0,44 ± 0,039	0,48 ± 0,045
Se	0,31 ± 0,03	0,45 ± 0,082	0,34 ± 0,044	0,39 ± 0,028
I	1,2 ± 0,38	2,3 ± 0,71	2,1 ± 0,43	2,5 ± 0,80

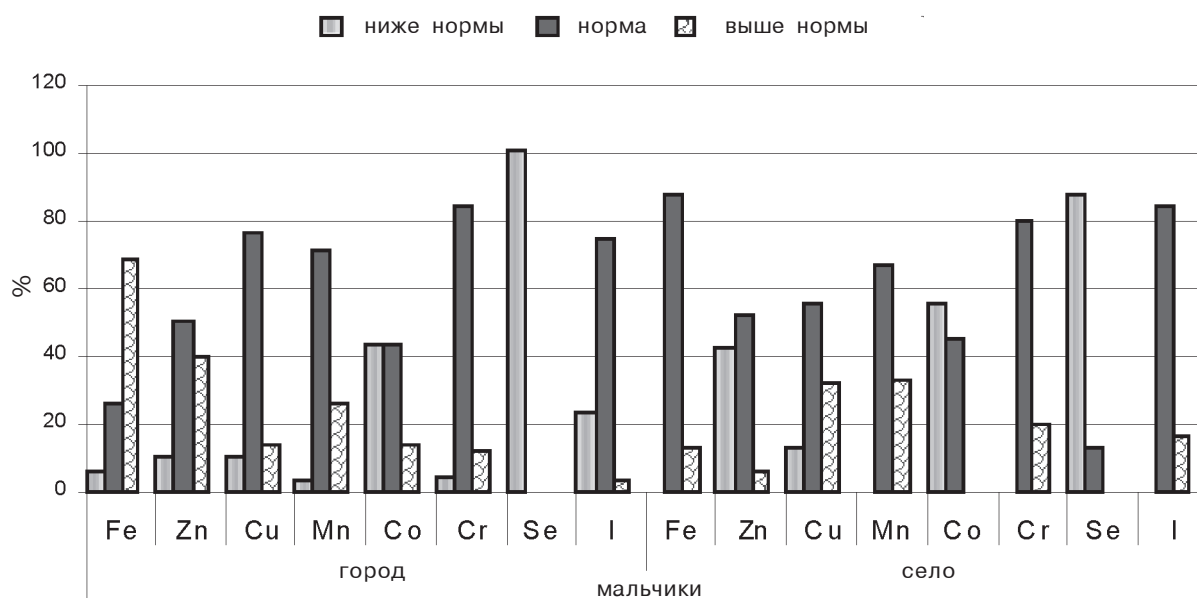


Рис. 3. Распространенность дефицитов и избытков содержания эссенциальных микроэлементов в волосах мальчиков

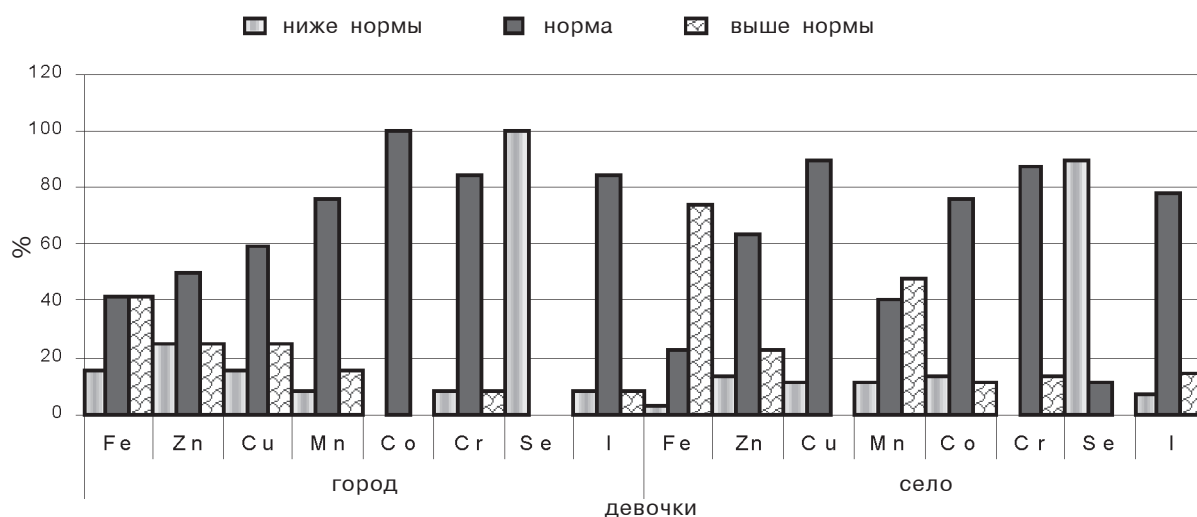


Рис. 4. Распространенность дефицитов и избытков содержания эссенциальных микроэлементов в волосах девочек

а у сельчан 10—17% детей имеют нормальные значения содержания этого элемента. Для большинства городских мальчиков (68%) характерен избыток железа, а для большинства сельских — дефицит кобальта (56%).

У городских девочек также довольно часто (42%) встречается избыток железа в волосах, но у проживающих в сельской местности этот показатель выше (76%). Среди сельских девочек широко распространен избыток марганца (49%).

Анализ содержания условно эссенциальных микроэлементов в волосах школьников без учета места проживания показал повышенный, практически в 2 раза, уровень кремния (46 мг/кг и 42 мг/кг, у мальчиков и девочек соответственно), что характерно для 80% обследованных детей. Наряду с этим отмечено повышенное содержание ни-

келя в волосах девочек (0,6 мг/кг). Среднее содержание токсичных микроэлементов в волосах детей находилось в пределах центильных интервалов. В волосах девочек достоверно ($p < 0,05$) ниже значения содержания As ($0,07 \pm 0,006$) мг/кг и В ($1,0 \pm 0,16$).

При сравнении содержания условно эссенциальных и токсичных элементов у городских и сельских детей выявлены достоверные отличия по ряду элементов. Так, содержание кремния у сельских мальчиков в 1,5 раза выше ($p < 0,05$), чем у городских, аналогичная тенденция наблюдалась у девочек. У сельских девочек были достоверно выше средние значения содержания ванадия и ниже — никеля. Из токсичных элементов у сельских детей содержание свинца было ниже, причем у девочек эта разница достоверна.

У сельских детей наблюдалась тенденция к более высоким значениям содержания мышьяка и алюминия. Значения содержания кадмия выше у сельских мальчиков и городских девочек (табл. 3).

При рассмотрении индивидуальных анализов выявлено, что независимо от места проживания избыточное содержание кремния характерно для большинства обследованных как мальчиков (80% среди городских и 67% среди сельских), так и девочек (83 и 82% соответственно) (рис. 5, 6).

Несмотря на то что среднее содержание свинца выше у городских детей, при рассмотрении индивидуальных анализов избыток этого элемента

чаще встречается у сельских мальчиков (22%). Избыточное содержание кадмия характерно для 20% обследованных мальчиков.

У 32% городских и 18% сельских детей выявлен также избыток алюминия. Среди девочек распространенность повышенного содержания токсичных элементов значительно ниже, чем среди мальчиков.

Таким образом, выявлены определенные отклонения в содержании химических элементов в волосах детей, характеризующиеся повышенными средними значениями магния, натрия, железа, кремния и дефицитом селена.

Таблица 3. Содержание условно эссенциальных и токсичных микроэлементов в волосах обследованных детей ($M \pm m$), мг/кг

Элемент	Мальчики		Девочки	
	Городские дети	Сельские дети	Городские дети	Сельские дети
B	1,5 ± 0,16	1,8 ± 0,31	0,9 ± 0,19	1,0 ± 0,25
Si	34 ± 3,4	53 ± 5,3*	36 ± 4,3	47 ± 6,3
Ni	0,5 ± 0,15	0,5 ± 0,18	0,7 ± 0,13	0,4 ± 0,06*
V	0,12 ± 0,011	0,15 ± 0,011	0,12 ± 0,013	0,16 ± 0,015*
As	0,08 ± 0,008	0,10 ± 0,011	0,06 ± 0,009	0,08 ± 0,008
Li	0,03 ± 0,004	0,04 ± 0,004	0,03 ± 0,005	0,03 ± 0,006
Sn	0,16 ± 0,017	0,15 ± 0,022	0,58 ± 0,217	0,19 ± 0,029
Al	13,5 ± 1,39	17,8 ± 1,81	13,9 ± 1,96	14,7 ± 3,48
Pb	1,9 ± 0,49	1,2 ± 0,15	2,6 ± 0,60	1,0 ± 0,17*
Cd	0,06 ± 0,008	0,10 ± 0,042	0,13 ± 0,023	0,06 ± 0,012
Hg	0,22 ± 0,036	0,27 ± 0,068	0,25 ± 0,030	0,21 ± 0,033
Be	0,004 ± 0,0010	0,006 ± 0,0013	0,005 ± 0,0009	0,004 ± 0,0001

Примечание: * достоверная разница между детьми, проживающими в городе и селе внутри половых групп ($p < 0,05$).

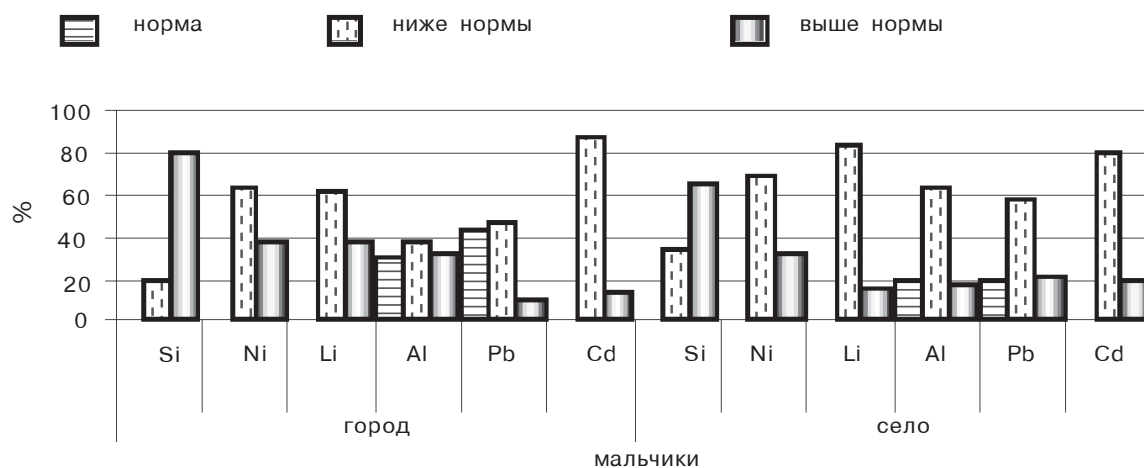


Рис. 5. Распространенность отклонений содержания условно эссенциальных и токсичных микроэлементов в волосах мальчиков

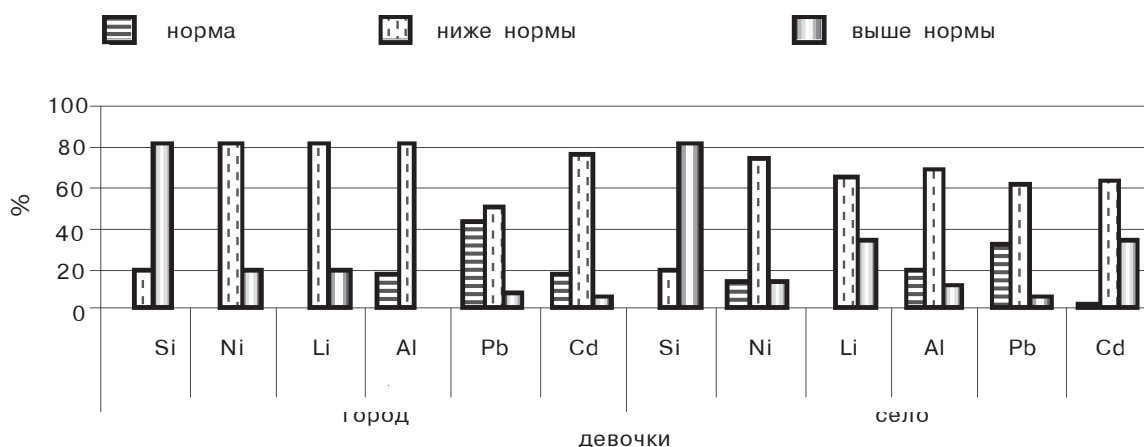


Рис. 6. Распространенность отклонений содержания условно эссенциальных и токсичных микроэлементов в волосах девочек

Особенности элементного статуса детей в зависимости от пола и места проживания можно представить в виде формул, где в числителе представлены химические элементы, содержание которых повышено у большинства детей, а в знаменателе — химические элементы, дефицит которых характерен для 50 и более процентов обследованных.

$$\text{Элементный статус городских мальчиков} = \frac{\uparrow Mg, Fe}{\downarrow Se};$$

$$\text{Элементный статус сельских мальчиков} = \frac{\uparrow Mg, Si}{\downarrow Se, Co};$$

$$\text{Элементный статус городских девочек} = \frac{\uparrow Si}{\downarrow Ca, Se};$$

$$\text{Элементный статус сельских девочек} = \frac{\uparrow Mg, Fe}{\downarrow Ca, Se}.$$

Полученные формулы свидетельствуют о большем распространении дисбалансов содержания элементов среди сельских детей. Данный факт мы связываем с особенностями питания сельского населения, так как они употребляют продукты питания собственного производства, тогда как городские дети используют в питании продукты, завезенные из других регионов, что не позволяет в полной мере оценить эколого-геохимические особенности территории.

Нам представляется, что причиной избытка некоторых элементов в нашем регионе, вероятно, являются месторождения железных и марганцевых руд с высоким содержанием никеля, разрабатываемые на территории области (Синельников, 1999). В свою очередь недостаток селена может быть обусловлен влиянием антагонистов этого элемента — свинца и серы (выбросы серосодержащих веществ являются фактором металлургических, газоперерабатывающих и добывающих производств, развитых в Оренбургской области). Дефицит селена, возможно, объясняет факт широкого распространения гипотиреоза на территории области, а также высокий уровень онколо-

гической заболеваемости как среди взрослого, так и среди детского населения (Нотова, 2005).

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при поддержке Конкурса РГНФ — «Урал: история, экономика, культура» № 08-06-81603 а/У.

ЛИТЕРАТУРА

- Абдурахманов Г.М., Зайцев И.В. Экологические особенности содержания микроэлементов в организме животных и человека. М.: Наука, 2004. 280 с.
- Агаджанян, Н.А. Скальный А.В. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека. М.: КМК, 2001. 83 с.
- Бурцева Т.И., Рудаков И.А. Зависимость элементного состава волос от содержания биоэлементов в рационе питания // Микроэлементы в медицине. 2007. Т. 8, Вып. 1. С. 57—60.
- Вернадский В.И. Биосфера. М., 1967. 376 с.
- Голубкина Н.А., Папазян Т.Т. Селен в питании: растения, животные, человек. М.: Печатный город, 2006. 254 с.
- Ковальский В.В. Геохимическая среда и жизнь. М.: Наука, 1987. 76 с.
- Нотова С.В. Эколого-физиологическое обоснование корректирующего влияния элементного статуса на функциональные резервы организма человека. Автореф. дисс. докт. мед. наук. М., 2005. 40 с.
- Панченко Л.Ф., Маев И.В., Гуревич К.Г. Клиническая биохимия микроэлементов. М.: ВУНМЦ, 2004. 368 с.
- Синельников В.Ф. Географический атлас Оренбургской области. М.: Издательство ДИК, 1999. С. 22—23.
- Скальный А.В., Быков А.Т. Эколого-физиологический аспект применения макро- и микроэлементов в восстановительной медицине. Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2003. 198 с.
- Скальная М.Г., Демидов В.А., Скальный А.В. О пределах физиологического (нормального) содержания Ca, Mg, P, Fe, Zn и Cu // Микроэлементы в медицине. 2003. Т. 4, Вып. 2. С. 5—10.