

Яхина М.Р.¹, Ларионова Т.К.¹, Даукаев Р.А.¹, Аллаярова Г.Р.¹, Адиева Г.Ф.¹, Зеленковская Е.Е.¹, Афонькина С.Р.¹, Мансурова Е.В.¹, Астахова М.И.²

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

¹Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», 450106, Уфа;

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 450008, Уфа

Введение. Уральскую часть Республики Башкортостан отличают разнообразие геоморфологических и геолого-географических условий, хозяйственной специализации и уровня экономического развития, однако степень воздействия по суммарной антропогенной нагрузке на экологическое состояние всей данной территории относят к категории «сильная». Влияние особенностей среды обитания на элементный статус населения, в том числе детского, негативные тенденции в показателях заболеваемости вызывают необходимость проведения биомониторинга, основанного на изучении состава биологических сред организма человека.

Материал и методы. Атомно-абсорбционным методом проанализирована 491 проба детских волос, дана количественная оценка уровней накопления Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, Cr, Ni, As, Pb, Cd в волосах детей от 0 до 7 лет, родившихся и проживающих в промышленно-сельскохозяйственном и преимущественно сельскохозяйственном районах восточной части Башкирии.

Результаты. В организме детей накопление токсичных металлов происходит из пищевых продуктов и ингаляционным путём при поступлении загрязнённого воздуха от промышленных предприятий. Доказательством ингаляционного воздействия служит взаимосвязь между снижением уровня токсичных элементов в выбросах градообразующих предприятий и биосредах детей за десятилетний период наблюдения. Выявлена адаптивность детского организма к присутствующим в селитебной зоне макро- и микроэлементам.

Заключение. Содержание металлов в волосах детей отличается очень большой вариабельностью, при которой отмечена обратная зависимость между накоплением биохимически необходимых и потенциально опасных элементов. Токсичные элементы преодолевают внутриутробный барьер, в результате ребёнок рождается с повышенными концентрациями тяжёлых металлов, существенное снижение которых происходит к концу первого года жизни.

Ключевые слова: анализ волос; макроэлементы; микроэлементы; дети.

Для цитирования: Яхина М.Р., Ларионова Т.К., Даукаев Р.А., Аллаярова Г.Р., Адиева Г.Ф., Зеленковская Е.Е., Афонькина С.Р., Мансурова Е.В., Астахова М.И. Элементный статус детского населения техногенных геохимических территорий. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(9): 984-989. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-9-984-989>

Для корреспонденции: Яхина Маргарита Радиковна, канд. биол. наук, доцент, с.н.с. отдела гигиены и физиологии труда ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», 450106, Уфа. E-mail: ZMR3313@yandex.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов: концепция и дизайн исследования – Яхина М.Р., Ларионова Т.К., Даукаев Р.А., Аллаярова Г.Р.; сбор и обработка материала – Даукаев Р.А., Аллаярова Г.Р., Адиева Г.Ф.; статистическая обработка – Зеленковская Е.Е., Афонькина С.Р., Мансурова Е.В., Астахова М.И.; написание текста – Яхина М.Р.; редактирование – Ларионова Т.К.

Поступила 01.07.2019

Принята к печати 23.07.19

Опубликована: октябрь.2019

Yakhina M.R.¹, Larionova T.K.¹, Daukaev R.A.¹, Allayarova G.R.¹, Adieva G.F.¹, Zelenkovskaya E.E.¹, Afonkina S.R.¹, Mansurova E.V.¹, Astakhova M.I.²

ELEMENT STATUS OF THE PEDIATRIC POPULATION OF TECHNOGENIC GEOCHEMICAL AREAS

¹Ufa Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, 450106, Russian Federation;

²Bashkir State Medical University, Ufa, 450008, Russian Federation

Introduction. The Ural part of the Republic of Bashkortostan is distinguished by a variety of geomorphological, geological and geographical factors, economic specialization and level of economic development. However, the degree of impact of the total anthropogenic load on the environmental state of the entire territory is classified as “strong”. The influence of living environment features on the elemental status of the population, including children, negative trends in morbidity rates necessitate biomonitoring, based on the study of the composition of the human biological media.

Material and methods. Using the atomic absorption method 491 samples of children’s hair have been analyzed. Quantitative assessment of the levels of Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, Cr, Ni, As, Pb, Cd accumulation in the hair in children aged 0 - 7 years old, born and lived in the industrial, industrial-agricultural and predominantly agricultural areas of the eastern part of Bashkiria has been done.

Results. In the body of children, the accumulation of toxic metals originates from food and inhaled polluted air coming from industrial plants. Proof of inhalation exposure is the relationship between the decrease in the level of toxic elements in the emissions of town-forming enterprises and children’s bio-media over a ten-year observation period. The adaptability of children’s body to the macro- and trace elements presented in the residential zone has been revealed.

Conclusions. The metal concentration in the hair of children is characterized by a very large variability, at which an inverse relationship between the accumulation of biochemically necessary and potentially dangerous elements is

noted. Toxic elements penetrate through the intrauterine barrier; as a result, the child is born with elevated concentrations of heavy metals, a significant decrease of which occurs by the end of the first year of life.

Key words: hair analysis; macroelements; trace elements; children.

For citation: Yakhina M.R., Larionova T.K., Daukaev R.A., Allayarova G.R., Adieva G.F., Zelenkovskaya E.E., Afonkina S.R., Mansurova E.V., Astakhova M.I. Element Status of the Pediatric Population of Technogenic Geochemical Areas. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2019; 98(9): 984-989. (In Russian). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-9-984-989>

For correspondence: Margarita R. Yakhina, MD, Ph.D., Associate professor, Senior Researcher of Ufa Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, 450106, Russian Federation. E-mail: ZMR3313@yandex.ru

Information about authors: Yakhina M.R., <http://orcid.org/0000-0003-2692-372X>;

Larionova T.K., <https://orcid.org/0000-0001-9754-4685>; Daukaev R.A., <http://orcid.org/0000-0002-0421-4802>;

Allayarova G.R., <https://orcid.org/0000-0003-0838-3598>; Adieva G.F., <https://orcid.org/0000-0003-2377-3471>;

Zelenkovskaya E.E., <https://orcid.org/0000-0001-7682-2703>; Afonkina S.R., <https://orcid.org/0000-0002-3569-6146>;

Mansurova E.V., <https://orcid.org/0000-0002-4088-6817>; Astakhova M.I., <https://orcid.org/0000-0002-8750-3852>

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Contribution: The study concept and design – Yakhina M.R., Larionova T.K., Daukaev R.A., Allayarova G.R.; The collection and processing of the material – Daukaev R.A., Allayarova G.R., Adieva G.F.; Statistical processing – Zelenkovskaya E.E., Afonkina S.R., Mansurova E.V., Astakhova M.I.; The text writing – Yakhina M.R.; Editing – Larionova T.K.; Approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article – all co-authors.

Received: July 01, 2019

Accepted: July 23, 2019

Published: October, 2019

Введение

Производственная деятельность человека влияет на естественный ход геохимической миграции, приводя к перераспределению химических элементов в природных телах в концентрациях, далёких от фоновых значений [1–4].

Интенсивность этих процессов зависит от ландшафтно-геохимических условий, сочетающих литолого-геохимические, гидрометеорологические и почвенно-ботанические характеристики конкретной территории [5, 6]. Ускорение распространения химических элементов в антропогенезе дополняется разработкой, переработкой и транспортировкой полезных ископаемых с применением технических средств. В промышленно развитых регионах речь может уже идти о глобальном загрязнении среды обитания [7–10]. По результатам прикладных геохимических исследований, степень загрязнения районов республики неравномерна: от слабой до очень сильной. Суммарная антропогенная нагрузка на природную среду горнодобывающих районов Башкирии подпадает под категорию «сильная» [11].

Предметом наших многолетних исследований был анализ накопления токсичных, условно эссенциальных и эссенциальных элементов в биологических средах населения, проживающего на Уральской возвышенности Республики Башкортостан [12–14], в условиях воздействия развитой добывающей и перерабатывающей промышленности, железнодорожного и автомобильного транспорта.

Белорецкий – самый крупный район Башкортостана, экономический потенциал которого представлен 91,5% обрабатывающих предприятий [15], предприятий по добыче железной руды, хромита, россыпного золота и полезных ископаемых, применяемых в строительстве.

Пограничный с Белорецким Учалинский район относится к промышленно-сельскохозяйственному. Здесь ведётся разработка месторождений медноколчеданных руд, рудного и россыпного золота, хромита, талька, облицовочного, строительного, поделочного камня, серпентинита, известняка и др. [16].

В Баймакском, преимущественно сельскохозяйственном районе ряд небольших предприятий цветной металлургии занимается добычей и обогащением руд, содержащих медь, золото, цинк. Эти же предприятия ответственны за большие объёмы токсичных хвостохранилищ и отвалов [17].

Таким образом, исследованием охвачен промышленный, промышленно-сельскохозяйственный и преимущественно сельскохозяйственный районы горнорудной части Башкирии с различающимися ландшафтно-географическими факторами и климатическими условиями, оказывающими совокупное влияние на распределение химического вещества в среде обитания человека. Оценить элементный статус поколения, подрастающего в условиях повышенной техногенной нагрузки региона разработки полиметаллических руд, возможно при проведении биологического мониторинга загрязнения среды обитания, в дан-

ном случае металлами, относящимися к токсичным и жизненно необходимым¹.

Возможности инструментальных измерений количественно присутствия контаминантов в организме человека [18] способствуют получению объективных данных об их содержании в окружающей среде [19, 20]. Анализ и оценка пути поступления, уровня накопления элемента в тканях человека, способа выведения из организма существенно дополняют информацию о риске для здоровья населения региона [21–24].

Материал и методы

Фоновое содержание элементов в организме местного населения во многом зависит от повышенных концентраций кальция и магния в геологических отложениях. В дальнейшем, распространяясь по цепи «вода – растения – человек», накопление отражается на биохимических процессах усвоения минеральных веществ из пищи и металлов, привнесённых в селитебную зону промышленной разработкой полиметаллических руд [24, 25].

В исследованиях по оценке воздействия тяжёлых металлов значительное место уделяется детям как группе повышенного риска [26–29]. В нашей работе основные доводы в пользу анализа биосред детей были: проживание с момента рождения в зоне исследования, ограниченность перемещения районом проживания, отсутствие производственного контакта и вредных привычек [30], естественная пигментация волос.

Был проведён анализ 491 пробы детских волос, 54 проб плаценты и волос матерей на количественное содержание Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, Cr, Ni, As, Pb, Cd, выполненный методами атомно-абсорбционной спектроскопии^{2,3}.

Результаты и обсуждение

Анализ волос у детей показал, что концентрации металлов характеризуются большим размахом абсолютных величин.

У половины 6–7-летних белоречан определён повышенный уровень никеля, хрома, свинца и железа в волосах (табл. 1).

По избытку этих элементов можно судить об ингаляционном поступлении загрязнённого воздуха в альвеолы и тесный контакт с кровью окислов этих металлов.

Низкий уровень присутствия эссенциальных меди, цинка и марганца свидетельствует о том, что либо в детском организме имеется его недостаток для полноценных биохимических

¹ МУ 2.1.10.2809-10 Использование биологических маркёров для оценки загрязнения среды обитания металлами в системе социально-гигиенического мониторинга.

² МУК 4.1.776-99. Определение содержания железа, цинка, никеля, меди и хрома в волосах методом атомной абсорбции. М.: 1999: 120–127.

³ МУК 4.1.2105-06. Определение массовой концентрации марганца, свинца, магния в пробах волос методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Сборник методических указаний. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. 2008: 37–49.

Таблица 1

Среднее содержание микроэлементов (мкг/г) в волосах детей ($n = 140$), проживающих в горнорудном районе (Белорецкий)

Показатель	Металл								
	токсичный			условно эссенциальный			эссенциальный		
	Pb	Cd	Hg	Ni	Cr	Cu	Fe	Zn	Mn
<i>Средний физиологический уровень, дети 3–6 лет [31]</i>									
	2,66	0,24	2,8	0,55	0,99	9,5	26,02	138,7	1,01
<i>Содержание в волосах детей</i>									
$M \pm m$	2,71 \pm 0,26	0,033 \pm 0,002	0,038 \pm 0,003	0,60 \pm 0,06	1,10 \pm 0,10	4,72 \pm 0,22	48,57 \pm 4,59	34,75 \pm 3,14	0,58 \pm 0,06
Min–max	0,79–4,30	0,024–0,051	0,017–0,061	0,24–1,20	0,33–1,87	3,23–6,20	44,62–56,58	12,31–58,98	0,13–1,87

Таблица 2

Среднее содержание микроэлементов (мкг/г) в волосах детей ($p < 0,05$), проживающих в районе действия Учалинского горнообогатительного комбината

Направление от УГОК	Химический элемент										
	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Cr	Ni	As	Pb	Cd
С, С-3, $n = 45$	425,2 \pm 18,2	53,9 \pm 3,1	47,8 \pm 3,1	109,3 \pm 8,3	22,7 \pm 2,3	0,45 \pm 0,03	0,19 \pm 0,01	0,31 \pm 0,03	0,019 \pm 0,001	0,98 \pm 0,12	0,038 \pm 0,004
3, Ю-3, $n = 32$	282,4 \pm 24,7	34,3 \pm 3,2	161,6 \pm 6,9	112,6 \pm 8,1	12,5 \pm 0,3	3,33 \pm 0,14	2,49 \pm 0,25	0,55 \pm 0,05	0,69 \pm 0,05	4,84 \pm 0,52	0,13 \pm 0,06
Ю, Ю-В, $n = 41$	352,3 \pm 47,7	37,6 \pm 4,8	193,5 \pm 28,8	127,9 \pm 8,8	15,0 \pm 9,5	3,38 \pm 0,33	0,70 \pm 0,08	0,50 \pm 0,07	1,11 \pm 0,23	5,45 \pm 0,42	0,02 \pm 0,01
С-В, $n = 30$	514,8 \pm 74,4	100,1 \pm 14,3	139,3 \pm 10,4	115,0 \pm 8,7	11,6 \pm 0,5	3,07 \pm 0,12	0,27 \pm 0,04	0,44 \pm 0,05	0,85 \pm 0,20	3,59 \pm 0,33	0,03 \pm 0,0

процессов, либо соединения этих металлов находятся в значительных концентрациях, но не как органогенные – в таком случае они депонируются в органах и могут достигнуть токсичного уровня.

Несмотря на то что сначала кризис, затем курс на модернизацию промышленности в стране привёл к некоторому снижению выбросов вредных веществ в атмосферу, уровень техногенного воздействия продолжает оставаться высоким.

Ретроспектива за десять лет показывает, что в волосах детей из Учалов уровень токсичных элементов снизился или остался на том же уровне, а накопление эссенциальных стремится к физиологически необходимому.

Пространственная оценка влияния розы ветров на степень накопления металлов в организме детей представлена в табл. 2, 3.

Основное направление ветров по отношению к градообразующим предприятиям Учалинского и Баймакского районов указано в первой строке табл. 2 и 3, далее по ниспадающей, по отношению к предприятиям, условно расположенным в центре,

и мнение о большем благополучии с подветренной стороны не подтвердилось, более того, мышьяк, хром и свинец в волосах проживающих здесь детей даже выше.

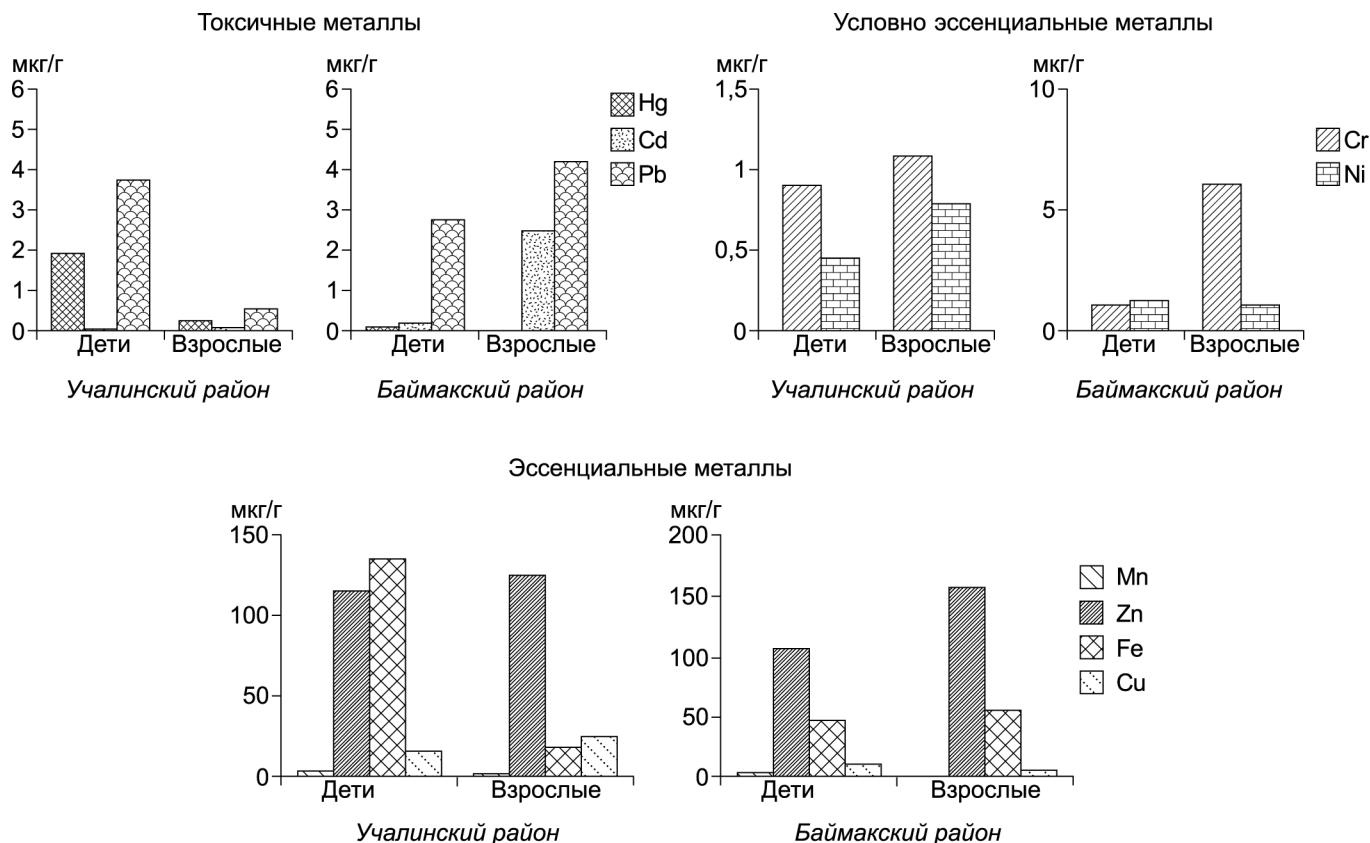
При сравнении уровня накопления металлов в пробах волос детей и взрослых одного района исследования выявлен очень интересный факт; более высокие концентрации токсичных элементов в волосах наблюдаются у детей, а по необходимым и потенциально благоприятным ситуация лучше у взрослых (см. рисунок).

Ответ на вопрос, является ли данное накопление металлов в биосредах закономерностью, связанной с возрастом, или большей приспособленностью более здорового поколения, в данном случае взрослого, логичнее всего разрешить при оценке близкородственных связей. Результаты повторяются при анализе волос матерей и их годовалых детей города Сибай, расположенного между Учалами и Баймаком. Ценность сравниваемых групп в соблюдении условий единства места пребывания, питания (пусть даже опосредованно, через плаценту или материнское молоко) и отсутствии производственного контакта.

Таблица 3

Среднее содержание микроэлементов (мкг/г) в волосах детей ($p < 0,05$), проживающих в районе действия Баймакского медно-серного комбината

Направление от ВМСК	Химический элемент										
	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Cr	Ni	As	Pb	Cd
С, С-В, $n = 49$	492,8 \pm 45,2	41,4 \pm 3,9	48,5 \pm 2,6	82,5 \pm 6,0	9,94 \pm 0,64	2,83 \pm 0,15	1,19 \pm 0,14	2,07 \pm 0,11	0,070 \pm 0,006	2,97 \pm 0,23	0,08 \pm 0,01
Ю, Ю-3, $n = 47$	567,5 \pm 107,8	51,2 \pm 11,2	42,6 \pm 5,8	128,1 \pm 11,9	13,30 \pm 1,58	2,36 \pm 0,36	1,00 \pm 0,06	2,26 \pm 0,17	0,130 \pm 0,020	2,81 \pm 0,70	0,07 \pm 0,01
Ю, Ю-В, $n = 35$	523,1 \pm 116,7	47,2 \pm 9,0	52,1 \pm 5,4	99,2 \pm 13,4	7,83 \pm 0,54	5,74 \pm 0,74	1,28 \pm 0,17	0,55 \pm 0,07	0,120 \pm 0,010	2,55 \pm 0,36	0,234 \pm 0,061
3, С-3, $n = 37$	505,0 \pm 81,4	33,4 \pm 5,5	43,0 \pm 2,8	114,6 \pm 8,6	9,54 \pm 0,71	3,23 \pm 0,30	0,95 \pm 0,16	1,17 \pm 0,10	0,070 \pm 0,009	2,63 \pm 0,36	0,120 \pm 0,030



Сравнение в накоплении металлов в волосах у взрослого и детского населения.

Таблица 4

Содержание эссенциальных металлов (мкг/г) в биопробах рожениц и новорождённых г. Сибай

Металл	Плацента	Волосы		
		женщин, n = 19	новорождённых, n = 19	этих же детей через 1 год, n = 16
Ca	1408,2 ± 555,4	1775,4 ± 336,4	717,00 ± 60,0	1315,80 ± 58,6
Mg	136,7 ± 36,18	767,26 ± 41,9	701,00 ± 54,94	143,80 ± 6,8
Fe	53,84 ± 4,36	12,29 ± 0,6	28,90 ± 5,77	10,31 ± 2,6
Zn	9,55 ± 0,329	155,61 ± 8,64	184,30 ± 10,2	135,02 ± 12,6
Cu	0,87 ± 0,059	9,43 ± 0,85	7,12 ± 0,362	8,50 ± 1,2
Cr	4,19 ± 0,377	23,22 ± 2,28	61,00 ± 8,032	5,50 ± 0,9
Ni	0,10 ± 0,007	0,73 ± 0,08	3,00 ± 0,414	2,20 ± 0,9
Mn	0,10 ± 0,007	1,04 ± 0,17	1,23 ± 0,209	0,90 ± 0,1
Pb	0,069 ± 0,004	0,88 ± 0,13	2,30 ± 0,371	4,90 ± 0,09
Cd	0,01 ± 0,001	0,06 ± 0,01	0,09 ± 0,014	0,40 ± 0,001

Для жителей Сибая картина в накоплении токсичных элементов близка к учалинским пробам, а по условно эссенциальным и эссенциальным аналогична Баймакскому, но у годовалых малышей выше по абсолютным значениям, чем для учалинских и баймакских детей старшего дошкольного возраста.

В пробах волос тех же детей сразу после рождения концентрация по всем группам металлов за исключением магния была ещё выше, то есть накопление шло в эмбриональный период развития, и, оценивая графики, построенные по результатам двухлетних натурных исследований, можно с большой степенью вероятности утверждать, что плацента является барьером для макроэссенциальных элементов, пропуская условно эссенциальные и токсичные (табл. 4).

Заключение

1. В промышленном Белорецком, аграрно-промышленном Учалинском, преимущественно сельскохозяйственном Баймакском районах Уральского экономического региона России, по суммарной антропогенной нагрузке относящихся к категории «сильная», концентрации металлов в пробах волос детей характеризуется большим размахом абсолютных величин – от явного недостатка до значительного переизбытка. Накопление металлов в волосах детей, проживающих в зоне влияния Учалинского горно-обогатительного и Баймакского медно-серного комбинатов, не зависит от метеоусловий.

2. Плацента не является внутриутробным барьером перехода металлов от матери к плоду, у которого при рождении

в волосах фиксируются максимальные значения содержания металлов, концентрация которых существенно снижается у этих детей к концу первого года жизни.

3. При уменьшении уровня токсичных элементов до безопасных величин накопление эссенциальных стремится к физиологически необходимому. Сравнение результатов накопления металлов в волосах жителей горнорудных районов Башкирии позволяет констатировать факт большей адаптации к металлургическому загрязнению взрослых по сравнению с детьми старшего дошкольного возраста.

Литература

1. Терегулова З.С., Мамырбаев А.А., Сатыбалдиева У.А., Терегулов Б.Ф. Приоритетные репротоксичные элементы и их ксенобиотический профиль в окружающей среде. *Медицина труда и экология человека*. 2015; 3: 218–22.
2. Сулейманов Р.А., Бактыбаева З.Б., Хантурина Г.Р., Сейткасымова Г.Ж., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р. Эколого-гигиеническая оценка состояния водных ресурсов горнорудных территорий республики Башкортостан и Казахстана. *Медицина труда и экология человека*. 2016; 1: 16–20.
3. Бактыбаева З.Б., Сулейманов Р.А., Ямалов С.М., Кулагин А.А., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р. Оценка содержания и миграции тяжелых металлов в компонентах речных экосистем горнорудных территорий Республики Башкортостан. *Гигиена и санитария*. 2016; 95 (9): 822–7. DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-9-822-827.
4. Сулейманов Р.А., Рахматуллин Н.Р., Валеев Т.К. Основные результаты и перспективы научных исследований по проблемам гигиены окружающей среды в Республике Башкортостан. *Медицина труда и экология человека*. 2015; 3: 213–7.
5. Дребенкова И.В., Зайцев В.А. Микро- и макроэлементы в питьевой воде. *Медицина труда и экология человека*. 2016; 4: 69–74.
6. Кашапов Р.Ш. Геоэкологическое состояние территории Республики Башкортостан. *Вестник Нижневартовского государственного университета*. 2011; 2: 30–4.
7. Даукаев Р.А., Ларионова Т.К., Афонькина С.Р., Аллаярова Г.Р., Адиева Г.Ф., Печерская В.Л. и др. Изучение загрязнения тяжелыми металлами растительной продукции, выращенной на территории промышленного региона. *Медицина труда и экология человека*. 2018; 3: 22–7.
8. Даукаев Р.А., Ларионова Т.К., Голубцова И.В., Аллаярова Г.Р., Печерская В.Л., Курилов М.В. и др. Комплексная гигиеническая оценка риска воздействия металлов на организм человека в крупном промышленном городе: метод. рекомендации. 2015; 19.
9. Боев В.М., Кряжев Д.А., Тулина Л.М., Неплохов А.А. Оценка канцерогенного риска для здоровья населения моногородов и сельских поселений. *Анализ риска здоровью*. 2017; 2: 57–64. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.06.
10. Онищенко Г.Г. Городская среда и здоровье человека. *Гигиена и санитария*. 2007; 5: 34.
11. Гареев А.М., Нигматуллин А.Ф., Туйгунов Т.Г. Методические положения районирования территории по масштабам антропогенных нагрузок (на примере республики Башкортостан). *Вестник Башкирского университета*. 2003; 8 (1): 49–51.
12. Даукаев Р.А., Ларионова Т.К., Аллаярова Г.Р. Комплексная оценка риска здоровью населения от воздействия тяжелых металлов на территориях эколого-гигиенического неблагополучия. *Медицина труда и экология человека*. 2015; 1: 20–4.
13. Бакиров А.Б. Итоги и перспективы деятельности Федерального бюджетного учреждения науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека». *Медицина труда и экология человека*. 2015; 3: 14–22.
14. Географическое положение и рельеф Башкортостана. https://studopedia.ru/10_144040_geograficheskoe-polozhenie-i-relef-bashkortostana.html (дата обращения: 07.02.2019).
15. Социально-экономический паспорт муниципального района Белорецкий район Республики Башкортостан. <https://mylektsii.ru/12-49201.html> (дата обращения: 06.12.2017).
16. Социально-экономический паспорт муниципального района Учалинский район Республики Башкортостан. <https://uchaly.bashkortostan.ru/district/> (дата обращения: 06.12.2017).
17. Муниципальный район Баймакский район Республики Башкортостан. <https://baimak.bashkortostan.ru/district/> (дата обращения: 06.12.2017).
18. Дрогобужская С.В. Методы определения химических элементов в биосубстратах и окружающей среде. *Вестник Кольского научного центра РАН*. 2017; 4: 50–7.
19. Реутова Н.В., Дреева Ф.Р., Реутова Т.В., Шевченко А.В., Дударов З.И. Влияние захороненных отходов от горно-обогатительных про-

изводств на детей, проживающих в районе их расположения. *Гигиена и санитария*. 2016; 95 (6): 572–6.

20. Опекунова М.Г., Сомов В.В., Сокульская Ю.С., Кукушкин С.Ю., Цапарина Л.Ю., Папаян Э.Э. Воздействие природных и антропогенных факторов на элементный состав растений Башкирского Зауралья. *Биосфера*. 2015; 7 (2): 181–98.
21. Боев В.М., Боев М.В., Тулина Л.М., Неплохов А.А. Детерминированные экологические факторы риска для здоровья населения моногородов. *Анализ риска здоровью*. 2013; 2: 39–44.
22. Skalny A.V., Salnikova E.V., Burtseva T.I., Skalnaya M.G., Tinkov A.A. Zinc, copper, cadmium, and lead levels in cattle tissues in relation to different metal levels in ground water and soil. *Environ Sci Pollut Res*. 2019; 26 (1): 559–69. DOI: 10.1007/s11356-018-3654-y.
23. Сальникова Е.В., Бурцева Т.И., Скальный А.В. Региональные особенности содержания микроэлементов в биосфере и организме человека. *Гигиена и санитария*. 2019; 98 (2): 148–52. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-2-148-152.
24. Бакиров А.Б., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К. Опыт оценки риска здоровью населения горнорудных территорий, обусловленного водным фактором. *Медицина труда и экология человека*. 2016; 2: 5–13.
25. Скальный А.В., Мирошников С.А., Нотова С.В., Болодурин И.П., Мирошников С.В., Алиджанова И.Э. Региональные особенности элементного гомеостаза как показатель эколого-физиологической адаптации. *Экология человека*. 2014; 9: 14–7.
26. Аллаярова Г.Р., Ларионова Т.К., Даукаев Р.А., Голубцова И.В. Техногенные факторы риска здоровью населения в горнорудном регионе. В сб.: *Проблемы гигиенической безопасности и управления факторами риска для здоровья населения. Научные труды, посвященные 85-летию ФБУН «ННИИГП» Роспотребнадзора*. Н.Новгород; 2014: 63–5.
27. Скальный А.В. Оценка и коррекция элементного статуса населения – перспективное направление отечественного здравоохранения и экологического мониторинга. *Микроэлементы в медицине*. 2018; 19 (1): 5–13.
28. Рафикова Ю.С., Семенова И.Н., Суяндукоев Я.Т., Биктимерова Г.Я., Рафиков С.Ш. Результаты биомониторинга микроэлементов у детей горнорудного региона Башкортостана. *Гигиена и санитария*. 2018; 97 (3): 245–50. DOI: 10.18821/0016-9900-2018-97-3-245-250.
29. Скальный А.В., Быков А.Т., Язык Г.В. *Микроэлементы и здоровье детей*. М.: Научный мир; 2002. 133 с.
30. Яхина М.Р., Ларионова Т.К., Даукаев Р.А., Красовский В.О., Астахова М.И. Оценка фактического рациона питания детей, проживающих в Республике Башкортостан. *Здоровье и окружающая среда: сборник материалов междунар. науч.-практ. конф.: в 2 т.* 2018: 193–7.

References

1. Terregulova Z.S., Mamyrbayev A.A., Satybaldiyev U.A., Terregulov B.F. Priority reprotoxic elements and their xenobiotic profile in the environment. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka [Occupational Health and Human Ecology]*. 2015; 3: 218–22. (in Russian)
2. Suleimanov R.A., Baktybaeva Z.B., Khanturina G.R., Seitkasymova G.Zh., Valeev T.K., Rakhmatullin N.R. Ecological and hygienic assessment of water resources in the mining areas of the republics of Bashkortostan and Kazakhstan. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka [Occupational Health and Human Ecology]*. 2016; 1: 16–20. (in Russian)
3. Baktybaeva Z.B., Suleymanov R.A., Yamalov S.M., Kulagin A.A., Valeev T.K., Rakhmatullin N.R. Evaluation of the content and migration of heavy metals in components of river ecosystems of mining territories of the Republic of Bashkortostan. *Gigiyena i sanitariya [Hygiene and sanitation, Russian journal]*. 2016; 95 (9): 822–7. (in Russian)
4. Suleimanov R.A., Rakhmatullin N.R., Valeev T.K. Major results and research perspectives of environmental hygiene problems in the Republic of Bashkortostan. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka [Occupational Health and Human Ecology]*. 2015; 3: 213–7. (in Russian)
5. Drebenkova I.V., Zaitsev V.A. Micro- and macroelements of drinking water. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka [Occupational Health and Human Ecology]*. 2016; 4: 69–74. (in Russian)
6. Kashapov R.Sh. Geoecological condition of the territory of the Republic of Bashkortostan. *Vestnik Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the Nizhnevartovsk state University]*. 2011; 2: 30–4. (in Russian)
7. Daukaev R.A., Larionova T.K., Afonkina S.R., Allayarova G.R., Adieva G.F., Zelenkovskaya E.E. et al. The study of pollution by heavy metals of vegetables grown up in the industrial area. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka [Occupational Health and Human Ecology]*. 2018; 3: 22–7. (in Russian)
8. Daukaev R.A., Larionova T.K., Golubtsova I.V., Allayarova G.R., Pechersky L.V., Kurilov M.V. et al. *Comprehensive hygienic assessment of the risk of exposure of metals to the human body in a large industrial city. Guidelines. [Kompleksnaya gigiyenicheskaya otsenka riska vozdeystviya*

- metallov na organizm cheloveka v krupnom promyshlennom gorode. Metodicheskiye rekomendatsii*. 2015; 19. (in Russian)
9. Boev V.M., Kryazhev D.A., Tulina L.M., Neplokhov A.A. Assessment of carcinogenic health risk for population living in monocities and rural settlements. *Analiz riska zdorov'yu [Health Risk Analysis]*. 2017; 2: 57–64. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.06.
 10. Onishchenko G.G. The urban environment and human health. *Gigiyena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2007; 5: 3–4. (in Russian)
 11. Gareyev A.M., Nigmatullin A.F., Tuygunov T.G. Methodical regulations of the territory division into regions according to the scale of anthropogenic loading (following the example of the republic of Bashkortostan). *Vestnik Bashkirskogo universiteta [Bulletin of the Bashkir University]*. 2003; 8 (1): 49–51. (in Russian)
 12. Daukaev R.A., Larionova T.K., Allayarova G.R. Complex assessment of health risks for the population exposed to heavy metals in the areas affected by environmental hazards. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka [Occupational Health and Human Ecology]*. 2015; 1: 20–4.
 13. Bakirov A.B. Results and perspectives of activities of the Ufa institute of occupational health and human ecology. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka [Occupational Health and Human Ecology]*. 2015; 3: 14–22. (in Russian)
 14. Geographical position and topography of the Bashkortostan Republic. https://studopedia.ru/10_144040_geograficheskoe-polozhenie-i-relefbashkortostana.html (date accessed: 07.02.2019). (in Russian)
 15. Socio-economic passport of the municipal district Beloretsk district of the Republic of Bashkortostan. <https://mylektsii.ru/12-49201.htm> (date accessed: 06.12.2017). (in Russian)
 16. Socio-economic passport of the municipal district Uchalinsky district of the Republic of Bashkortostan. <https://uchaly.bashkortostan.ru/district/> (date accessed: 06.12.2017). (in Russian)
 17. Municipal district in the Republic Baymak district. <https://baimak.bashkortostan.ru/district/> (date accessed: 06.12.2017). (in Russian)
 18. Drogobuzhskaya S. V. Methods of determination of chemical elements in biosubstrates and in the environment. *Vestnik Kol'skogo Nauchnogo Tsentra RAN [Bulletin of the Kola Science Centre of RAS]*. 2017; 4: 50–7. (in Russian)
 19. Reutova N.V., Dreeva F.R., Reutova T.V., Shevchenko A.V., Dudarov Z.I. Effect of recultivated wastes of mining factories on children residing in the district of their location. *Gigiyena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2016; 95 (6): 572–6. (in Russian)
 20. Opekunova M.G., Somov V.V., Sokulskaya Yu.S., Kukushkin S.Yu., Tsarapina, L.Yu., Papian E.E. The influence of natural and anthropogenic factors on the element composition of plant species in Bashkirian trans-ural region. *Biosphere*. 2015; 7 (2): 181–98. (in Russian)
 21. Boev V.M., Boev M.V., Tulina L.M., Neplokhov A.A. Determined ecological human health risk factors in single factory towns. Perm. *Analiz riska zdorov'yu [Health Risk Analysis]*. 2013; 2: 39–44. (in Russian)
 22. Skalny A.V., Salnikova E.V., Burtseva T.I., Skalnaya M.G., Tinkov A.A. Zinc, copper, cadmium, and lead levels in cattle tissues in relation to different metal levels in ground water and soil. *Environ Sci Pollut Res*. 2019; 26 (1): 559–69. DOI: 10.1007/s11356-018-3654-y.
 23. Salnikova E. V., Burtseva T. I., Skalny A.V. Regional features of the content of trace elements in the biosphere and the human body. *Gigiyena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2019; 98 (2): 148–52. (in Russian)
 24. Bakirov A.B., Suleimanov R.A., Valeyev T.K. Experience of assessing water-related health risks to the population of the surrounding areas of mining. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka [Occupational Health and Human Ecology]*. 2016; 2: 5–13. (in Russian)
 25. Skalny A.V., Miroshnikov S.A., Notova S.V., Miroshnikov S.V., Bolodurina I.P., Alidzhanova I.E. Regional features of the elemental homeostasis as an indicator of ecological and physiological adaptation. *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*. 2014; 9: 14–7. (in Russian)
 26. Allayarova G.R., Larionova T.K., Daukaev R.A., Golubtsov I.V. Anthropogenic risk factors to the health of the population in the mining region. In: *Problems of hygienic safety and risk management for public health Scientific works dedicated to the 85th anniversary of the Central Research Institute "NIIRP" of the CPS. [Problemy gigiyenicheskoy bezopasnosti i upravleniya faktorami riska dlya zdorov'ya naseleniya. Nauchnyye trudy, posvyashchennye 85-letiyu FBUN «NNIIGP» Rospotrebnadzora]*; Nizhny Novgorod 2014: 63–5. (in Russian)
 27. Skalny A.V. Evaluation and correction of elemental status of the population as a perspective direction of national healthcare and environmental monitoring. *Mikroelementy v meditsine [Trace Elements in Medicine]*. 2018; 19 (1): 5–13. (in Russian)
 28. Rafikova Y.S., Semenova I.N., Suyundukov Ya.T., Biktimerova G.Ya., Rafikov S.Sh. Results of biomonitoring for trace elements in children of the mining region of Bashkortostan. *Gigiyena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2018; 97 (3): 245–50. (in Russian)
 29. Skalny A.V., Bykov A. T., Yatsyk G. V. *Trace elements and children's health [Mikroelementy i zdorov'e detej]*. Moscow: Scientific world. 2002. 133 p. (in Russian)
 30. Yakhina R.M., Larionova T.K., Daukaev R.A., Krasovskiy V.O., Astakhova, M.I. Evaluation of the actual diet of children living in the Republic of Bashkortostan. *Health and Environment. Proceedings of the international scientific and practical conference [Zdorov'e i okruzhayushchaya sreda: sbornik materialov mezhdunar. nauch.-prakt. konf.]*: in 2 vol. 2018: 193–7. (in Russian)