

УДК 616.594.1-07:612.015.08

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС СТУДЕНТОВ РАЗНЫХ СОЦИАЛЬНЫХ ГРУПП

© 2016 г. С. В. Нотова, И. Э. Ларюшина, Е. В. Кияева, А. П. Цыпин, *Н. В. Ермакова

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

*Российский университет дружбы народов, г. Москва

Выполнено исследование некоторых особенностей элементного состава волос юношей-студентов разных социальных групп (студенты из полных семей и студенты-сироты). Оценка элементного состава волос проводилась методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргонной плазмой. Анализ исследуемых образцов осуществлялся по 25 химическим элементам. Выявлено, что по сравнению со среднероссийскими показателями для всех обследованных студентов характерно избыточное содержание железа и лития, а также дефицит селена и кобальта. Для студентов-сирот характерно избыточное содержание магния и цинка. Обнаружены некоторые межгрупповые отличия как для отдельных элементов, так и для соотношений элементов. Для студентов из полных семей было характерно статистически значимо более высокое содержание в волосах натрия (в 1,7 раза; $p = 0,006$), калия (в 3,2 раза; $p = 0,019$), алюминия (в 1,4 раза; $p = 0,006$) и более низкие значения селена ($p = 0,050$). Следствием более высокого содержания калия в этой группе явились значимо более низкие величины Ca/K и Na/K (в 5,4 и 1,4 раза соответственно). Проведенный корреляционный анализ показал тесную взаимосвязь между содержанием кальция и магния, а также железа и марганца в волосах юношей обеих групп. Результаты исследований могут найти применение в разработке современных неинвазивных диагностических технологий.

Ключевые слова: адаптация, студенты-сироты, элементный статус

ELEMENTAL STATUS OF STUDENTS OF DIFFERENT SOCIAL GROUPS

S. V. Notova, I. E. Larjushina, E. V. Kiyaeva, A. P. Tsypin, *N. V. Ermakova

Orenburg State University, Orenburg

*Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

The study of some features of the ultimate hair composition of youth-students of different social groups was been carried out (students from couple families and orphan students). Evaluation of the ultimate hair composition was carried out by inductive coupled plasma-atomic emission spectroscopy. The samples analysis was carried out at 25 chemical elements. Excessive content of iron and lithium and also cobalt and selenium deficiency were revealed in all students compared with the average Russian parameters. Excessive content of magnesium and zinc were peculiar to orphan-students. Some differences between the groups for both the individual elements and elements ratios have been found. The sodium (1.7 times; $p=0,006$), potassium (3.2 times; $p=0,019$) and aluminum (1.4 times; $p=0,006$) content were significantly higher in the hair of couple-family students but the content of selenium ($p=0,050$) was lower. As a result of higher potassium content in this group, content of Ca/K and Na/K (5.4 and 1.4 times respectively) was significantly lower. The correlation analysis showed a close relationship between the content of calcium and magnesium, as well as iron and manganese in hair of students of both groups. The study results can be applied in the development of modern non-invasive diagnostic techniques.

Keywords: adaptation, orphan-students, elemental status

Библиографическая ссылка:

Нотова С. В., Ларюшина И. Э., Кияева Е. В., Цыпин А. П., Ермакова Н. В. Элементный статус студентов разных социальных групп // Экология человека. 2016. № 12. С. 43–48.

Notova S. V., Larjushina I. E., Kiyaeva E. V., Tsypin A. P., Ermakova N. V. Elemental Status of Students of Different Social Groups. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2016, 12, pp. 43-48.

Одним из наиболее перспективных направлений современной медицинской науки является изучение «элементного портрета» населения как в популяции вообще, так и в популяционных выборках [1, 6, 7]. Отечественные и зарубежные научные коллективы занимаются изучением функционирования химических элементов, их роли в патогенезе различных заболеваний и поиском путей коррекции патологических состояний [4, 5]. Отдельные работы посвящены изучению роли железа и цинка в этиологии сахарного диабета второго типа [13, 17, 22, 23], физиологических и токсикологических эффектов марганца при хронической почечной недостаточности [19], взаимосвязи содержания алюминия и марганца с психическими расстройствами [9], обмена йода при

патологии щитовидной железы [16] и т. д. Однако все чаще изучение элементного статуса становится инструментом обширных скрининговых исследований здорового населения [20, 21]. Исследуется взаимосвязь содержания химических элементов в волосах с физиологическими показателями, образом жизни, а также возрастные и половые особенности элементного статуса [10, 14]. Ряд исследований направлен на изучение влияния экологических факторов и характера питания на элементный портрет человека [11, 15].

Таким образом, можно утверждать, что в настоящее время существует парадигма, согласно которой первичный скрининг, направленный на выявление нарушений обмена макро- и микроэлементов, и коррекция дисбаланса макро- и микроэлементов —

одни из важнейших факторов укрепления здоровья и профилактики заболеваний [4, 7]. Такой подход представляется особенно актуальным в контексте профилактических мероприятий среди студенческой молодежи.

Целью исследования явилось выявление особенностей элементного статуса студентов разных социальных групп.

Методы

Выполнено одномоментное обсервационное исследование студентов ($n = 40$), обучающихся в Оренбургском государственном университете. Средний возраст респондентов составил ($18,1 \pm 0,2$) года. Обследование студентов соответствовало этическим нормам Хельсинкской декларации. Все включённые в работу студенты проживали на территории Оренбургской области последние пять и более лет, не имели жалоб на состояние здоровья в период проведения обследования и дали информированное согласие на участие в исследовании. Критерием исключения была болезнь студента в период обследования. Все обследуемые были разделены на две группы в зависимости от социального статуса. Первую группу составили 20 юношей, проживающих в обычных семьях. Во вторую группу вошли студенты-сироты (20 юношей).

Элементный состав волос оценивался методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргонной плазмой (АЭС-ИСП и МС-ИСП) в испытательной 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; Registration Certificate of ISO 9001: 2000, Number 4017-5.04.06). Анализ исследуемых образцов осуществлялся по 25 химическим элементам.

Полученный материал обрабатывался общепринятыми статистическими методами с применением табличного редактора Excel из пакета Microsoft Office XP.

Проверка нормальности выборок проводилась с помощью критерия нормальности Колмогорова — Смирнова. Параметры описательной статистики для количественных показателей приведены в виде медианы (Me) и интерквартильной широты (25-й; 75-й процентиля — Q1; Q3). Так как n не превышает 30 и значения признаков не подчиняются закону нормального распределения, для оценки значимости сходства (различия) двух независимых выборок использовался U-критерий Манна — Уитни. Корреляционный анализ выполнялся с применением коэффициента ранговой корреляции Спирмена.

Результаты

При изучении элементного статуса юношей были выявлены следующие особенности. Статистически значимые межгрупповые отличия были найдены для натрия, калия, алюминия и селена (табл. 1). Содер-

жание натрия в волосах студентов первой группы оказалось в 1,7 раза выше, при этом медиана для натрия у них превышала 75-й процентиль среднероссийских значений. Содержание калия у респондентов первой группы было в 3,2 раза выше. Кроме того, обнаружено более высокое содержание алюминия и более низкое значение селена. Для других элементов значимых отличий обнаружено не было.

Таблица 1

Содержание химических элементов в волосах студентов

Элемент	Средне- российские значения Q1–Q3	I группа		II группа		p
		Me	Q1–Q3	Me	Q1–Q3	
Ca	494–1619	7185	4495–9695	1188	660–1707	0,091
Mg	39–137	123	51,5–1555	178	87,4–286	0,064
P	135–181	151	133–169	149	135–157	0,598
Na	73–331	377	255–459	218	180–281	0,006
K	29–159	135	103–175	41,2	33,2–52,0	0,019
Co	0,04–0,16	0,02	0,01–0,03	0,02	0,02–0,03	0,978
Cr	0,32–0,96	0,70	0,52–0,84	0,68	0,49–0,77	0,152
Cu	9–14	11,0	9,86–15,3	13,8	11,1–16,3	0,076
Fe	11–24	31,9	17,3–38,1	24,6	19,5–36,4	0,561
As	0,00–0,56	0,07	0,05–0,14	0,05	0,04–0,11	0,417
Li	0,00–0,02	0,03	0,03–0,05	0,04	0,03–0,04	0,561
Mn	0,32–1,13	0,59	0,49–0,96	0,87	0,65–1,23	0,133
Ni	0,14–0,53	0,28	0,20–0,31	0,24	0,20–0,35	0,766
Se	0,69–2,2	0,30	0,26–0,34	0,34	0,29–0,43	0,050
Si	11–37	28,2	24,9–33,9	30,1	25,9–35,5	0,473
Zn	155–206	188	172–420	214	166–243	0,490
Cd	0,02–0,12	0,04	0,02–0,08	0,02	0,02–0,04	0,168
Al	6–18	16,6	15,5–24,3	11,5	10,8–13,7	0,001
Pb	0,38–1,4	0,50	0,25–0,58	0,37	0,31–0,63	0,756

Обращает на себя внимание превышение значения медианы для кальция у студентов первой группы по сравнению с 75-й процентилем среднероссийских значений. Медианы для магния и цинка превышали этот процентиль у студентов второй группы. Выявлено превышение медианы для железа и лития в волосах юношей обеих исследуемых групп по сравнению с 75-м процентилем среднероссийских значений. Медиана для кобальта и селена в обеих группах оказалась ниже 25-го процентиля среднероссийских значений.

Многие исследователи для более объективной оценки элементного статуса организма человека все чаще используют не только данные о содержании отдельных элементов в биосубстратах, но и их соотношения [2, 3, 12]. Изученные соотношения некоторых элементов представлены в табл. 2. В первой группе обследованных Ca/K и Na/K были значимо ниже, чем во второй группе, — в 5,4 и 1,4 раза соответственно. Значение Zn/Cu в первой группе респондентов оказались выше в 1,5 раза по сравнению со второй группой.

Таблица 2

Соотношения химических элементов в волосах студентов

Соотношение микроэлементов	I группа			II группа			P
	Медиана	Q1	Q3	Медиана	Q1	Q3	
Ca/Mg	7,43	5,60	8,30	7,92	5,19	9,55	0,647
Ca/P	5,40	2,60	6,54	7,67	4,05	12,9	0,067
Ca/K	5,48	3,15	13,7	29,9	10,1	56,9	0,007
Na/K	3,49	2,03	4,18	4,90	3,76	6,10	0,043
Na/Mg	3,21	1,65	7,47	1,09	0,81	2,07	0,172
Fe/Cu	2,59	1,94	3,51	1,86	1,28	2,25	0,285
Zn/Cu	21,9	15,1	36,5	14,8	12,3	17,9	0,002
Zn/Cd	8157	7249	10717	8841	6182	10683	0,852
Zn/Pb	691	564	797	527	353	675	0,197

При изучении показателей общего и биохимического анализов крови отклонений от нормы, как и межгрупповых отличий, выявлено не было. Поскольку известно, что различные микроэлементы играют немаловажную роль в процессах гемопоэза, иммуногенеза, а также во всех видах обмена, нами был проведен корреляционный анализ показателей крови и некоторых микроэлементов. Кроме того, были выявлены некоторые межэлементные взаимосвязи.

Результаты полученных достоверных корреляций представлены в табл. 3 и 4.

В первой группе обнаружены сильные положительные взаимосвязи между железом и марганцем ($r = 0.89$), а также между кальцием и магнием ($r = 0.83$). Содержание кальция, меди и цинка в волосах юношей первой группы коррелировало с уровнем гемоглобина.

Во второй группе обследованных выявлена статистически значимая положительная взаимосвязь содержания меди в волосах и содержания глюкозы в плазме крови ($r = -0.47$). Медь входит в состав электронпереносящей простетической группы цитохромоксидазы, играющей ключевую роль в регуляции активности всей дыхательной цепи и производстве энергии в клетке. Известно, что действие меди на углеводный обмен проявляется посредством ускорения процессов окисления глюкозы, торможения распада гликогена в печени [7].

Содержание селена и лития в волосах обследованных второй группы положительно коррелировало с количеством моноцитов. Содержание фосфора в волосах студентов отрицательно коррелировало с уровнем общего белка сыворотки крови, количеством лимфоцитов и гранулоцитов. Кроме того, выявлены сильные положительные взаимосвязи между содер-

Таблица 3

Взаимосвязи показателей крови и содержания элементов в волосах студентов I группы

	Ca	Fe	Hb	Нейтрофилы		Тг	ХС	Креатинин	Лимфоциты	Гранулоциты
				палочко-ядерные	сегментно-ядерные					
Ca			0.46							
Cd							0.45			
Co				0.47	-0.66	-0.45				
Cu			0.48							
Fe				0.63	-0.55				0.58	-0.55
K								0.46		
Mn		0.89		0.55	-0.49				0.50	
Mg	0.83									
Zn			0.55							

Таблица 4

Взаимосвязи показателей крови и содержания элементов в волосах студентов II группы

	Ca	Fe	Моноциты	Глюкоза	АлАт	АсАт	Билирубин общий	Триацил-глицериды	Общий белок	Лимфоциты	Гранулоциты
Cr										-0.47	-0.50
Cu				0.47							
K									-0.46	-0.52	-0.50
Li			0.45				0.53				
Mn	0.62	0.65			-0.47						
Mg	0.86	0.56									
P									-0.59	-0.60	-0.45
Se			0.47								
Si						0.57					
Zn								0.45	0.55		

жанием кальция и марганца ($r = 0.62$), кальция и магния ($r = 0.86$), железа и марганца ($r = 0.65$), железа и магния ($r = 0.56$).

Обсуждение результатов

Выявленные изменения элементного состава волос могут свидетельствовать о необходимости более детального изучения состояния здоровья обследованных юношей. Увеличение содержания калия в волосах часто отмечается при нейроциркуляторной дистонии, неврозах, гипертонии, аритмии, сахарном диабете или предрасположенности к этому заболеванию, болезнях тонкого кишечника. Одной из причин избытка калия может служить дисфункция симпатoadреналовой системы. Люди с избытком калия легковозбудимы, впечатлительны, гиперактивны, страдают от повышенной потливости, учащенных мочеиспусканий [7]. Повышенное содержание натрия может проявляться утомлением, возбуждением центральной нервной системы, а также неврозами.

Многими исследователями отмечается необходимость углубленного изучения диагностической значимости соотношений некоторых элементов. При изучении элементного статуса студентов были выявлены значимые отличия для Zn/Cu . В настоящее время имеются данные о тесной взаимосвязи функционирования цинка и меди. При этом в ряде случаев они проявляют синергетическую активность, однако проявляют себя как антагонисты в процессе всасывания в желудочно-кишечном тракте, в процессах транспорта и трансмембранного переноса, при участии в перекисном окислении липидов, регуляции метаболизма и активности нейромедиаторов [8, 13, 18]. Медь играет важную роль в управлении воспалительным процессом, поскольку входит в состав супероксиддисмутазы. Также в работе найдены межгрупповые отличия для Ca/P . В работе Chojnacka K. с соавторами были изучены особенности содержания микроэлементов в волосах польских студентов, и для Ca/P были выявлены значимые отличия между юношами и девушками [12].

Таким образом, оценка соотношений элементов представляется перспективным комплексным показателем, характеризующим сопряженные процессы функционирования некоторых элементов.

При проведении корреляционного анализа выявлены взаимосвязи содержания селена и лития в волосах обследованных с количеством моноцитов. Селен является эссенциальным элементом, и нарушение его обмена может приводить к различным заболеваниям. Одной из важных функций селена является его участие в антиоксидантной системе организма человека, поскольку этот элемент входит в состав глутатионпероксидазы, глицинредуктазы, цитохрома C [18].

В обеих группах юношей обнаружены взаимосвязи между содержанием кальция и магния, а также железа и марганца. Полученные данные согласуются с проводимыми ранее исследованиями. Так, Скальный А. В.

с соавторами отмечают наличие сопряженности обменных процессов перечисленных элементов [8].

Таким образом, в работе изучены некоторые особенности элементного состава волос юношей-студентов разных социальных групп. Выявлено превышение среднероссийских показателей железа и лития в обеих группах обследованных, а также дефицит селена и кобальта. Обнаружены некоторые межгрупповые отличия как для отдельных элементов, так и для соотношений элементов. Проведенный корреляционный анализ показал тесную взаимосвязь между содержанием кальция и магния, а также железа и марганца в волосах юношей обеих групп. Результаты исследований могут найти применение в разработке современных неинвазивных диагностических технологий, имеющих профилактическую направленность.

Исследование выполнено в рамках Госзадания № 262 по проекту «Особенности психофизиологической адаптации студентов в процессе реализации фенотипа в различных социальных условиях».

Список литературы

1. Агаджанян Н. А., Скальный А. В., Берёзкина Е. С., Демидов В. А., Грабеклис А. Р., Скальная М. Г. Референтные значения содержания химических элементов в волосах взрослых жителей Республики Татарстан // Экология человека. 2016. 4. С. 38–44.
2. Вильмс Е. А., Гогодзе Н. В., Турчанинов Д. В., Корчина Т. Я. Сравнительный анализ микроэлементного состава волос городских жителей Западной Сибири // Гигиена и санитария. 2015. № 7. С. 99–103.
3. Лосева Л. П., Крупская Т. К., Ануфрик С. С., Ермоленко Г. Л., Анучин С. Н. Региональные особенности формирования полидисмикроэлементозов у студентов Республики Беларусь // Сборник научных трудов Всероссийской с международным участием конференции «Экологическая безопасность и культура – требование современности», Уфа. 2014. С. 112–116.
4. Мирошников С. В. Адаптационные изменения элементного статуса и функциональное состояние организма при воздействии эколого-физиологических факторов: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Москва, 2014. 39 с.
5. Никанов А. Н., Кривошеев Ю. К., Гудков А. Б. Влияние морской капусты и напитка «Альгапект» на минеральный состав крови у детей – жителей г. Мончегорска // Экология человека. 2004. № 2. С. 30–32.
6. Никитин Ю. П., Хаснулин В. И., Гудков А. Б. Современные проблемы северной медицины и усилия учёных по их решению // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. 2014. № 3. С. 63–72.
7. Скальный А. В., Демидов В. А. Элементный состав волос как отражение колебаний обеспеченности организма детей макро- и микроэлементами // Микроэлементы в медицине. 2001. № 2 (1). С. 36–41.
8. Скальный А. В., Рудаков И. А. Биоэлементы в медицине. М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век»; Мир, 2004. 272 с.
9. Arain M. S., Afridi H. I., Kazi T. G., Kazi A., Ali J., Arain S. A. & Panhwar, A. H. Variation in the Levels of Aluminum and Manganese in Scalp Hair Samples of the

Patients Having Different Psychiatric Disorders with Related to Healthy Subjects // *Biological trace element research*. 2015. Vol. 168 (1). P. 67–73.

10. Cai Y. Determination of select trace elements in hair of college students in Jinzhou, China // *Biological trace element research*. 2011. Vol. 144 (1–3). P. 469–474.

11. Carneiro M. F. H., Moresco M. B., Chagas G. R., de Oliveira Souza V. C., Rhoden C. R., & Barbosa Jr F. Assessment of trace elements in scalp hair of a young urban population in Brazil // *Biological trace element research*. 2011. Vol. 143 (2). P. 815–824.

12. Chojnacka K., Zielińska A., Górecka H., Dobrzański Z. & Górecki H. Reference values for hair minerals of Polish students // *Environmental toxicology and pharmacology*. 2010. Vol. 29 (3). P. 314–319.

13. Derouiche S., & Kechrid Z. Zinc Supplementation Overcomes Effects of Copper on Zinc Status, Carbohydrate Metabolism and Some Enzyme Activities in Diabetic and Nondiabetic Rats // *Canadian Journal of Diabetes*. 2016.

14. Dongarrà G., Lombardo M., Tamburo E., Varrica D., Cibella F. & Cuttitta G. Concentration and reference interval of trace elements in human hair from students living in Palermo, Sicily (Italy) // *Environmental toxicology and pharmacology*. 2011. Vol. 32 (1). P. 27–34.

15. Hauser G., Vienna A., Wolfsperger M. & Goessler W. Milk consumption, smoking and lead concentration in human hair // *Collegium antropologicum*. 1999. Vol. 23 (2). P. 433–436.

16. Herter-Aeberli I., Cherkaoui M., El Ansari N., Rohner R., Stinca S., Chabaa L., ... & Zimmermann M. B. Iodine supplementation decreases hypercholesterolemia in iodine-deficient, overweight women: a randomized controlled trial // *The Journal of nutrition*. 2015. Vol. 145 (9). P. 2067–2075.

17. Huth C., Beuerle S., Zierer A., Heier M., Herder C., Kaiser T., ... & Roden M. Biomarkers of iron metabolism are independently associated with impaired glucose metabolism and type 2 diabetes: the KORA F4 study // *European Journal of Endocrinology*. 2015. Vol. 173 (5). P. 643–653.

18. Michalska-Mosiej M., Socha K., Soroczyńska J., Karpińska E., Łazarczyk B., & Borawska M. H. Selenium, Zinc, Copper, and Total Antioxidant Status in the Serum of Patients with Chronic Tonsillitis // *Biological trace element research*. 2016. P. 1–5.

19. Sánchez-González C., López-Chaves C., Gómez-Aracena J., Galindo P., Aranda P. & Llopis J. Association of plasma manganese levels with chronic renal failure // *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2015. Vol. 31. P. 78–84.

20. Skalnaya M. G., Tinkov A. A., Demidov V. A., Serebryansky E. P., Nikonorov A. A. & Skalny A. V. Age-related differences in hair trace elements: a cross-sectional study in Orenburg, Russia // *Annals of human biology*. 2015. P. 1–7.

21. Skalny A. V., Skalnaya M. G., Tinkov A. A., Serebryansky E. P., Demidov V. A., Lobanova Y. N., ... & Skalnaya O. A. Hair concentration of essential trace elements in adult non-exposed Russian population // *Environmental monitoring and assessment*. 2015. 187 (11). P. 1–8.

22. Solomou A., Meur G., Bellomo E., Hodson D. J., Tomas A., Li S. M., ... & Rutter G. A. The Zinc Transporter Slc30a8/ZnT8 Is Required in a Subpopulation of Pancreatic α -Cells for Hypoglycemia-induced Glucagon Secretion // *Journal of Biological Chemistry*. 2015. Vol. 290 (35). P. 21432–21442.

23. Somboonwong J., Traisaeng S. & Saguansirikul S.

Moderate-intensity exercise training elevates serum and pancreatic zinc levels and pancreatic ZnT8 expression in streptozotocin-induced diabetic rats // *Life sciences*. 2015. Vol. 139. P. 46–51.

References

1. Agadzhanian N. A., Skalny A. V., Berezkina E. S., Demidov V. A., Grabeklis A. R., Skalnaya M. G. Reference values for chemical elements concentration in hair of adults in the Republic of Tatarstan. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2016, 4, pp. 38–44. [in Russian]

2. Wilms E. A., Gogadze N. V., Turchaninov D. V., Korchina T. J. Comparative analysis of trace element composition of hair urban residents of Western Siberia. *Gigiena i sanitariia*. 2015, 7, pp. 99–103. [in Russian]

3. Loseva L. P., Krupskaya T. K., Anufrik S. S., Ermolenko G. L., Anuchin S. N. Regionalnye osobennosti formirovaniya polidismikroelementozov u studentov respubliki belarus [Regional features of formation polidismikroelementosis students of the republic of Belarus]. In: *Sbornik nauchnykh trudov vserossijskoj s mezhdunarodnym uchastiem konferencii ehkologicheskaya bezopasnost i kultura trebovanie sovremennosti* [Collection of scientific works of the All-Russian conference with international participation "Environmental security and culture - a requirement of our time"], Ufa, 2014, pp. 112–116.

4. Miroshnikov S. V. *Adaptacionnye izmeneniya ehlementnogo statusa i funkcionnoe sostoyanie organizma pri vozdejstvii ehkologo fiziologicheskikh faktorov*. Avtoref. dokt. dis. [Adaptive changes of the element status, and functional status of the organism under the influence of ecological and physiological factors. Author's Abstract of Doct. Diss.]. Moscow, 2014. 39 p.

5. Nikanov A. N., Krivosheev U. K., Gudkov A. B. Influence of laminaria and the drink "Algapekt" on blood mineral composition in children - residents of Monchegorsk. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2004, 2, pp. 30–32. [in Russian]

6. Nikitin Yu. P., Khasnulin V. I., Gudkov A. B. Contemporary problems of Northern medicine and researchers' efforts to solve them. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Mediko-biologicheskie nauki* [Vestnik of Northern (Arctic) Federal University. Series: Medical and biological sciences]. 2014, 3, pp. 63–72. [in Russian]

7. Skalny A. V., Demidov V. A. The element composition of hair as a reflection of fluctuations of provision of organism of macro- and micronutrients. *Mikroehlementy v meditsine* [Trace elements in medicine]. 2001, 2 (1), pp. 36–41. [in Russian]

8. Skalny A. V., Rudakov I. A. *Bioelementy v meditsine* [Bioelements in medicine]. Moscow, 2004, 272 p.

9. Arain, M. S., Afridi, H. I., Kazi, T. G., Kazi, A., Ali, J., Arain, S. A., & Panhwar, A. H. (2015). Variation in the Levels of Aluminum and Manganese in Scalp Hair Samples of the Patients Having Different Psychiatric Disorders with Related to Healthy Subjects. *Biological trace element research*, 168 (1), pp. 67–73.

10. Cai, Y. (2011). Determination of select trace elements in hair of college students in Jinzhou, China. *Biological trace element research*, 144 (1–3), pp. 469–474.

11. Carneiro, M. F. H., Moresco, M. B., Chagas, G. R., de Oliveira Souza, V. C., Rhoden, C. R., & Barbosa Jr, F. (2011). Assessment of trace elements in scalp hair of a young urban population in Brazil. *Biological trace element research*, 143(2), pp. 815–824.

12. Chojnacka, K., Zielińska, A., Górecka, H., Dobrzański, Z., & Górecki, H. (2010). Reference values for hair minerals of Polish students. *Environmental toxicology and pharmacology*, 29 (3), pp. 314-319.
13. Derouiche, S., & Kechrid, Z. (2016). Zinc Supplementation Overcomes Effects of Copper on Zinc Status, Carbohydrate Metabolism and Some Enzyme Activities in Diabetic and Nondiabetic Rats. *Canadian Journal of Diabetes*.
14. Dongarrà, G., Lombardo, M., Tamburo, E., Varrica, D., Cibella, F., & Cuttitta, G. (2011). Concentration and reference interval of trace elements in human hair from students living in Palermo, Sicily (Italy). *Environmental toxicology and pharmacology*, 32 (1), pp. 27-34.
15. Hauser, G., Vienna, A., Wolfisperger, M., & Goessler, W. (1999). Milk consumption, smoking and lead concentration in human hair. *Collegium antropologicum*, 23 (2), pp. 433-436.
16. Herter-Aeberli, I., Cherkaoui, M., El Ansari, N., Rohner, R., Stinca, S., Chabaa, L., ... & Zimmermann, M. B. (2015). Iodine supplementation decreases hypercholesterolemia in iodine-deficient, overweight women: a randomized controlled trial. *The Journal of nutrition*, 145 (9), pp. 2067-2075.
17. Huth, C., Beuerle, S., Zierer, A., Heier, M., Herder, C., Kaiser, T., ... & Roden, M. (2015). Biomarkers of iron metabolism are independently associated with impaired glucose metabolism and type 2 diabetes: the KORA F4 study. *European Journal of Endocrinology*, 173 (5), pp. 643-653.
18. Michalska-Mosiej, M., Socha, K., Soroczyńska, J., Karpińska, E., Łazarczyk, B., & Borawska, M. H. (2016). Selenium, Zinc, Copper, and Total Antioxidant Status in the Serum of Patients with Chronic Tonsillitis. *Biological trace element research*, pp. 1-5.
19. Sánchez-González, C., López-Chaves, C., Gómez-Aracena, J., Galindo, P., Aranda, P., & Llopis, J. (2015). Association of plasma manganese levels with chronic renal failure. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 31, pp. 78-84.
20. Skalnaya, M. G., Tinkov, A. A., Demidov, V. A., Serebryansky, E. P., Nikonorov, A. A., & Skalny, A. V. (2015). Age-related differences in hair trace elements: a cross-sectional study in Orenburg, Russia. *Annals of human biology*, pp. 1-7.
21. Skalny, A. V., Skalnaya, M. G., Tinkov, A. A., Serebryansky, E. P., Demidov, V. A., Lobanova, Y. N., ... & Skalnaya, O. A. (2015). Hair concentration of essential trace elements in adult non-exposed Russian population. *Environmental monitoring and assessment*, 187 (11), pp. 1-8.
22. Solomou, A., Meur, G., Bellomo, E., Hodson, D. J., Tomas, A., Li, S. M., ... & Rutter, G. A. (2015). The Zinc Transporter Slc30a8/ZnT8 Is Required in a Subpopulation of Pancreatic α -Cells for Hypoglycemia-induced Glucagon Secretion. *Journal of Biological Chemistry*, 290 (35), pp. 21432-21442.
23. Somboonwong, J., Traisaeng, S., & Saguangrungsirikul, S. (2015). Moderate-intensity exercise training elevates serum and pancreatic zinc levels and pancreatic ZnT8 expression in streptozotocin-induced diabetic rats. *Life sciences*, 139, pp. 46-51.

Контактная информация:

Ларюшина Инара Эксендеровна — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник института биоэлементологии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации

Адрес: 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13

E-mail: inhip@mail.ru