

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

СОДЕРЖАНИЕ ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ВОЛОСАХ ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

ESSENTIAL TRACE ELEMENTS IN THE HAIR OF CHILDREN FROM SAINT PETERSBURG

*В.Ю. Детков*¹, *А.В. Скальный*², *Ю.В. Ломакин*³

*V. Yu. Detkov*¹, *A. V. Skalny*², *Yu. V. Lomakin*³

¹ Детская городская больница № 19 им. К.А.Раухфуса, Санкт-Петербург

² ФГБУН Институт токсикологии ФМБА России, Санкт-Петербург

³ Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва

¹ K.A. Rauchfuss Municipal Children's Hospital № 19, St. Petersburg, Russia

² FSFSI Institute of Toxicology, Federal Medico-Biological Agency, St. Petersburg, Russia

³ I.M. Sechenov First Moscow Medical State University, Moscow, Russia

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: эссенциальные микроэлементы, волосы, дети, Санкт-Петербург.

KEYWORDS: essential trace elements, hair, children, Saint Petersburg.

РЕЗЮМЕ. Проживание в мегаполисе значительно влияет на детское здоровье, вызывая экологически зависимое нарушение процессов роста и развития. Антропогенная нагрузка накладывает отпечаток на элементный портрет жителей. В работе представлены результаты обследования 779 детей (414 девочек и 365 мальчиков в возрасте 3–15 лет), постоянно (3 и более лет) проживающих в Санкт-Петербурге, за период 2004–2010 гг. У обследуемых проводили анализ волос на содержание 8 эссенциальных микроэлементов (Fe, I, Cu, Co, Cr, Se, Mn, Zn). Показана высокая распространенность гипоземиев ряда микроэлементов.

ABSTRACT. Living in a megalopolis significantly influences on children's health, causing ecologically related diseases of growth and development. Anthropogenic load affects the elemental portrait of residents. The results of the survey of 779 children (414 girls and 365 boys aged 3–15 years), permanently (3 years and more) residing in St. Petersburg (Russia) in the period of 2004–2010. Children's hair was analyzed on 8 essential trace elements (Fe, I, Cu, Co, Cr, Se, Mn, Zn). The high prevalence of hypoelementosis of several trace elements was shown.

ВВЕДЕНИЕ

По мнению ведущих ученых-гигиенистов и токсикологов (Любченко и др., 1988; Ревич, 1992; Маймулов и др., 2000; Токсикологическая химия..., 2010), определение содержания химиче-

ских элементов в волосах является интегративным тестом в гигиенической донозологической диагностике состояния здоровья человека, его адаптации к условиям проживания и обеспеченности микронутриентами. При этом в целях скрининга следует проводить многоэлементный анализ волос, позволяющий оценить не только абсолютное содержание химических элементов в волосах как отражение их обмена в организме, но и увидеть межэлементные взаимоотношения, синергизм и антагонизм макро- и микроэлементов (Скальный, 2004; Грабеклис и др., 2010).

Как показано в ряде исследований, Санкт-Петербург испытывает интенсивную антропогенную нагрузку, что накладывает отпечаток на элементный портрет его жителей. Установлено, что для детей Санкт-Петербурга характерно достоверно повышенное содержание в волосах фосфора и железа (в 1,2 раза, $p < 0,05$) на фоне пониженного уровня цинка (в 1,2 раза) ($p < 0,01$) (Лобанова и др., 2009). Следует особо отметить, что в волосах детей Санкт-Петербурга были определены максимальные для данного исследования значения практически всех токсичных элементов по сравнению с гг. Москва, Тула, Магадан, Новосибирск, Иркутск.

В рамках работы по изучению состояния здоровья детского населения Санкт-Петербурга в

возрасте от 4 до 17 лет С.М. Ловцевичем (2006) было показано изменение элементного состава волос: в среднем более чем у 60% детей и подростков выявлены дефициты Mg, Cu, Ca, Zn, Se, а у 30% детей – накопление свинца. При этом установлено, что в дошкольном возрасте у детей наблюдается наибольший дефицит эссенциальных элементов, в младшем школьном – максимальное накопление токсичных элементов, а наиболее сбалансирован элементный статус у подростков.

Чернякиной Т.С. (2006) выявлены особенности изменения элементного статуса у детей 4–17 лет Санкт-Петербурга в зависимости от возраста и пола, характеризующие различия в процессах адаптации растущего организма к изменяющимся условиям окружающей среды и жизнедеятельности (антиоксидантной и антитоксической защите, напряжении симпатoadренальной системы). Пониженные (по сравнению со средними значениями по России) концентрации эссенциальных элементов Ca и Se в биосредах детей отражают малое их содержание в питьевой воде и продуктах питания соответственно. С пониженным содержанием Ca и Se в волосах детей связано накопление в организме их антагониста – Pb, что подтверждено методом биоиндикации, установившим превышение биологически допустимого уровня концентрации свинца в волосах у 17,48% детей (14,2–23,3% в разные годы) и в сыворотке крови – у 12,1%.

Возникшее в результате антропогенного загрязнения окружающей среды и неблагоприятных геохимических факторов нарушение минерального гомеостаза в виде дефицитов Ca, Co, Si, Se может создавать предпосылки для роста заболеваемости (сердечно-сосудистая, иммунная системы, болезни крови и опорно-двигательного аппарата, болезни бронхов и легких), а дисбаланс минеральных элементов медиаторного обмена – напряжения ЦНС и трудностей в обучении.

«Элементный портрет» детей самых больших городов России свидетельствует о развитии у них «синдрома мегаполиса» (Скальный, 2000), который характеризуется развитием в элементном статусе значительных дефицитных состояний по таким эссенциальным элементам, как магний, цинк, кальций, в результате неблагоприятных воздействий городского окружения. Ранжирование суммарного показателя у детей выявило, что при проживании в Санкт-Петербурге дети испытывают максимальные отрицательные эффекты от дефицита магния, марганца, натрия, селена и кремния.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Нами в 2004–2010 гг. обследовано 779 детей (414 девочек и 365 мальчиков в возрасте 3–15 лет), постоянно (3 и более лет) проживающих в Санкт-Петербурге. Дети проходили поликлиническое обследование в ГДКБ № 19 им. К.А. Раухфуса, наличие тяжелой патологии исключалось, все дети были отнесены к группам здоровья 1 и 2. У них отбирались волосы с затылочной части головы для химического анализа в соответствии с медицинской технологией «Выявление и коррекция нарушений минерального обмена организма человека» (зарегистрирована Федеральной службой по надзору в сфере здравоохранения и социального развития, № ФС-2007/128). Все лабораторные исследования были выполнены в клинко-диагностической лаборатории АНО «Центр биотической медицины» (Москва).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Как показал анализ данных об абсолютном содержании эссенциальных химических элементов в волосах, для детского населения города характерны в основном пониженные показатели по сравнению с данными, полученными в других городах России (Скальная, 2005; Егорова, 2008; Лобанова и др., 2009; Грабеклис, 2009) (табл. 1).

Таблица 1. Содержание эссенциальных микроэлементов в волосах детей 3–15 лет, проживающих на территории Санкт-Петербурга, мг/кг

Элемент	Девочки (n = 414)	Мальчики (n = 365)
Fe	21,6 (15,5 – 31,5)	20,1 (14,2 – 29)
I	0,791 (0,384 – 1,681)	0,656 (0,33 – 1,42)
Cu	10,46 (8,94 – 12,81)	10,17 (8,92 – 12,28)
Co	0,017 (0,009 – 0,038)	0,016 (0,01 – 0,035)
Cr	0,465 (0,315 – 0,744)	0,545 (0,39 – 0,875)
Se	0,438 (0,282 – 0,713)	0,441 (0,29 – 0,658)
Mn	0,441 (0,225 – 0,784)	0,339 (0,222 – 0,602)
Zn	136 (83 – 179)	132 (94 – 173)

Примечание: Данные представлены в виде Me (q25 – q75), где Me – медиана; q25 – нижний квартиль; q75 – верхний квартиль.

Таблица 2. Встречаемость отклонений от нормы по результатам элементного анализа волос у детского населения Санкт-Петербурга в возрасте 3–15 лет, %

Элемент	Девочки		Мальчики	
	Повышено	Понижено	Повышено	Понижено
Co	0,7	70,3	0,3	83,2
Cr	20,8	27,8	29,9	18,7
Cu	15,5	30,9	14,5	34,4
Fe	30,0	11,8	29,8	14,5
I	11,6	35,5	7,2	41,7
Mn	10,6	40,6	7,2	48,6
Se	6,3	36,1	4,1	31,3
Zn	11,1	40,9	11,1	46,0

Анализ распространенности гиперэлементозов (по классификации А.П. Авцына с соавт., 1991) среди детского населения Санкт-Петербурга показал относительно высокую частоту превышений условного биологически допустимого уровня (УБДУ) по железу (около 30% у детей обоих полов), хрому (20,8% у девочек и 29,9% у мальчиков), в меньшей степени по меди (около 15%) (табл. 2). Избыточное накопление перечисленных элементов в волосах детей может быть обусловлено известным фактором существенного загрязнения городской среды тяжелыми металлами (Маймулов и др., 2000). Известно, что нагрузка организма тяжелыми металлами, к которым относятся и перечисленные элементы, отрицательно влияет на многие органы и системы организма, в частности процессы кроветворения, функции печени, повышает аллергизацию организма. Однако повышенное содержание железа, меди и хрома не всегда свидетельствует об избыточном накоплении элементов, а может отражать усиленную элиминацию из организма, и, соответственно, риск развития дефицитов. Для установления истины необходимы дополнительные исследования: анализ на содержание химических элементов в других биосубстратах, например крови, биохимические и клинические лабораторные исследования (Грабеклис и др., 2010).

Как следует из табл. 2, актуальна высокая распространенность гипозэлементозов, т.е. пониженного содержания исследуемых микроэлементов. Так, у детей из Санкт-Петербурга повышена распространенность дефицитов микроэлементов кобальта (70 и 83% среди девочек и мальчиков соответственно), йода (36% у девочек и 42% у мальчиков), цинка и марганца среди девочек (по 41%) и мальчиков (46 и 49% соответственно). Также высокой оказалась частота дефицитов в волосах меди и селена (31 и 34%, 36 и 31% соответственно).

Из литературы известно, что дефицит кобальта все чаще встречается среди населения, что обусловлено как изменением структуры питания, так

и обеднением почв этим важным микроэлементом, также дефицит может развиваться при дисбактериозах кишечника и глистной инвазии (Скальный, Рудаков, 2004; Афтанас и др., 2010). Дефицит йода в волосах может отражать низкую обеспеченность индивидуума йодом (Gorbachev et al., 2007). Высокая распространенность дефицита йода у детей свидетельствует о риске развития гипотиреоза.

Дефицит цинка также представляет собой актуальную проблему, так как недостаточность этого микроэлемента отрицательно влияет на иммунитет, репродуктивную систему, гормональный статус организма. Дети, страдающие дефицитом цинка, отстают в физическом и психическом развитии, чаще болеют простудными и воспалительными заболеваниями, страдают заболеваниями кожи (Prasad, 2010). Дефицит цинка часто встречается у детей, чьи родители страдают алкоголизмом (Семенов, Скальный, 2009).

Дефицит марганца у детей отрицательно влияет на формирование опорно-двигательного аппарата, развитие психических функций, при дефиците этого микроэлемента у детей может повышаться судорожная активность головного мозга (Оберлис и др., 2008).

Низкий уровень меди в волосах ассоциируется с повышенной заболеваемостью анемией, дисплазиями, у девочек отрицательно влияет на формирование менструальной функции (Цатурян, 2003).

Нехватка селена повышает риск заболеваний иммунной системы, кожи, отражает снижение антиоксидантного статуса организма (Голубкина и др., 2002).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на основании вышеизложенных данных можно утверждать, что для детей, проживающих постоянно в Санкт-Петербурге, приоритетной проблемой является массовая распространенность дефицитов микроэлементов ко-

бальта, цинка, марганца, меди, селена, йода. Выявленные дефициты требуют проведения в городе комплекса целенаправленных профилактических мероприятий и улучшения показателей среды обитания.

ЛИТЕРАТУРА

Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. М.: Медицина, 1991. 496 с.

Афтanas Л.И., Бонитенко Е.Ю., Вареник В.И., Грабелкис А.Р., Киселев М.Ф., Лакарова Е.В., Нечипоренко С.П., Николаев В.А., Скальный А.В., Скальная М.Г. Элементный статус населения России. Часть 1. Общие вопросы и современные методические подходы к оценке элементного статуса индивидуума и популяции. СПб.: Медкнига «Элби-СПб». 2010. 416 с.

Голубкина Н.А., Скальный А.В., Соколов Я.А., Щелкунов Л.Ф. Селен в медицине и экологии. М.: КМК, 2002. 134 с.

Грабелкис А.Р. Половые, возрастные и эколого-географические различия в элементном составе волос у детей 7–14 лет, проживающих в различных регионах России. Автореф. дисс. канд. биол. наук. СПб., 2009. 24 с.

Грабелкис А.Р., Нечипоренко С.П., Лакарова Е.В., Скальный А.В. Изменения в элементном составе волос при производственном контакте с токсичными металлами // Актуальные проблемы транспортной медицины. 2010. № 4. С. 124–131.

Егорова Г.А. Распространенность дисбалансов минерального обмена на территории республики Саха (Якутия). Ч. 2. Детское население // Вестник восстановительной медицины. 2008. № 1. С. 25–28.

Лобанова Ю.Н., Горбачев А.Л., Скальный А.В. Влияние экологических и климатогеографических условий проживания на микроэлементный статус детей // Проблемы сохранения здоровья в условиях Севера и Сибири: Труды по медицинской антропологии. М.: ОАО «Типография «Новости», 2009. С. 115–120.

Ловцевич С.М. Научные основы организации оздоровительных программ для детского населения в крупном промышленном центре. Дис. канд. мед. наук. Санкт-Петербург, 2006. 156 с.

Любченко П.Н., Ревич Б.А., Левченко И.И. Скрининговые методы для выявления групп повышенного риска среди рабочих, контактирующих с токсичными хими-

ческими элементами. Методические рекомендации Утв. МЗ СССР 28.11.1988 г. М., 1988. 24 с.

Маймулов В.Г., Назорный С.В., Шабров А.В. Основы системного анализа в эколого-гигиенических исследованиях. СПб.: СПб. ГМА им. И.И. Мечникова, 2000. 342 с.

Оберлис Д., Харланд Б., Скальный А. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. СПб.: Наука, 2008. 544 с.

Ревич Б.А. Научные основы гигиенических исследований окружающей среды городов с использованием геохимических методов. Автореф. дисс. докт. мед. наук. М., 1992. 48 с.

Семенов А.С., Скальный А.В. Иммунопатологические и патобиохимические аспекты патогенеза перинатального поражения мозга. СПб.: Наука, 2009. 368 с.

Скальная М.Г. Гигиеническая оценка влияния минеральных компонентов рациона питания и среды обитания на здоровье населения мегаполиса. Автореф. дисс. докт. мед. наук. М., 2005. 42 с.

Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. М.: Издательский дом «Оникс 21 век»: Мир, 2004. 216 с.

Скальный А.В. Эколого-физиологическое обоснование эффективности использования макро- и микроэлементов при нарушениях гомеостаза у обследуемых из различных климатогеографических регионов. Дисс. докт. мед. наук М., 2000. 352 с.

Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. М.: Издательский дом «Оникс 21 век»: Мир, 2004. 272 с.

Еремин С.А., Еремин С.К., Калетин Г.И., Калетина Н.И., Коваленко А.Е., Симонов Е.А., Скальный А.В., Хабриев Р.У. Токсикологическая химия. Аналитическая токсикология: учебник. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 752 с.

Цатурян С.Я. Влияние факторов окружающей среды на репродуктивную систему девочек и девушек Московского мегаполиса. Автореф. дисс. канд. мед. наук. М., 2003. 24 с.

Чернякина Т.С. Научное обоснование системы оздоровления детей в напряженных экологических и социально-гигиенических условиях. Автореф. дисс. докт. мед. наук. СПб., 2006. 48 с.

Gorbachev A.L., Skalny A.V., Koubassov R.V. Bioelement effects on thyroid gland in children living in iodine-adequate territory // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 2007, 21:56–58.

Prasad A.S. History of the discovery of zinc essentiality for humans // Микроэлементы в медицине. 2010. Вып. 11. № 1. С. 1–6.

Тематически связанные ссылки на публикации, освещающие проблемы анализа волос и интерпретации/использования результатов анализов:

1. [Элементный анализ образцов волос в эпидемиологических исследованиях](#)
2. [Анализ волос как альтернативный метод оценки йодной обеспеченности организма](#)
3. [Анализ элементного состава волос беременных женщин Якутии с практическими выводами](#)