

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

## СОДЕРЖАНИЕ ЙОДА В ВОЛОСАХ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЙОДНОГО СТАТУСА НА ИНДИВИДУАЛЬНОМ И ПОПУЛЯЦИОННОМ УРОВНЯХ

А.Л. Горбачев<sup>1\*</sup>, А.В. Скальный<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Северо-Восточный государственный университет, г. Магадан, Россия

<sup>2</sup> АНО «Центр биотической медицины», Москва, Россия

**РЕЗЮМЕ.** Проведен сравнительный анализ содержания йода в моче и волосах жителей различных природно-климатических регионов России. Сделано заключение о возможности использования волос в качестве биосубстрата для исследования йодной обеспеченности населения йоддефицитных регионов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** йодный дефицит, йодурия, спектральный анализ волос.

### ВВЕДЕНИЕ

Одной из мировых медико-социальных проблем является йодный дефицит и обусловленные им йоддефицитные заболевания, (Дедов и др., 2000; Hetzel, 2000; Савчик и др., 2004; Широкова и др., 2005; Герасимов, 2008; Горбачев, 2013; Bost et al., 2014). В этой связи принципиальным вопросом является выбор адекватного метода определения йодного статуса индивидуума и уровня йодного дефицита популяции.

Учитывая появление новых данных, анализирующих содержание йода в волосах как показатель йодного статуса индивидуума (Скальный и др., 2009; Momcilovic et al., 2014), появилась необходимость уточнить трактовку ранее полученных данных (Grabeklis et al., 2002; Горбачев и др., 2007; Gorbachev et al., 2007) по обозначенной проблеме.

Эколого-физиологические исследования свидетельствуют, что элементный состав волос человека отражает биогеохимическое окружение и коррелирует с уровнем биоэлементов во внутренней среде организма (Агаджанян, Скальный, 2001; Miskeley N. et al., 2001; Абдрахманова, 2003). На этом фоне, в научной литературе высказываются сомнения относительно возможности использования волос в качестве биосубстрата для определения элементного статуса организма и оценки биогеохимической среды, и вопрос о корреляции между содержанием элементов в волосах и их уровнем во внутренней среде человека является дискуссионным (Сусликов и др., 2001; Барашков, 2005; Борелла и др., 2005).

Благодаря успехам инструментальной биохимии и применению современных методов исследования, в Центре биотической медицины (Москва) накоплен представительный банк дан-

ных по содержанию йода в волосах жителей различных регионов России. Однако их научный анализ и интерпретация йодного статуса жителей затруднены методологическим характером. Сложность функциональной интерпретации заключается в принципиальном вопросе: является ли содержание йода в волосах биохимическим отражением биогеохимии йода, или же представляет выражение экскреторной функции волос, независимой от уровня йода во внешней среде?

Всемирная организация здравоохранения для установления обеспеченности населения йодом рекомендует использовать метод йодурии – определение концентрации йода в моче (Bost et al., 2014). Йодурия является прямым количественным показателем текущего потребления йода и хорошим биохимическим маркером распространенности йодного дефицита. Но рекомендуемый ВОЗ критерий йодной обеспеченности, основанный на содержании йода в моче, не отражает йодного статуса организма. Метод йодурии пригоден только для эпидемиологических исследований, так как концентрация йода у отдельного индивидуума – величина динамичная, и не может отражать обеспеченность йодом конкретного человека. На индивидуальном уровне йодурия (концентрация йода в утренней моче) показывает количество йода, поступившее в организм накануне из внешней среды (пища, вода, воздух). Содержание же йода в депонирующих тканях (волосах) ретроспективно отражает его экспозицию в течение длительного времени и на этом основании может являться индивидуальным показателем йодного статуса, производным от йодного фона окружающей среды.

Существует мнение, что для характеристики йодного статуса индивидуума, кроме concentra-

\* Адрес для переписки:

Горбачев Анатолий Леонидович

E-mail: gorbachev@svgu.com

ции йода в моче, должны быть приняты во внимание такие биомаркеры, как уровни в крови тиреоглобулина, тиреотропина и тироксина (Ristic-Medic et al., 2009).

С целью выяснить возможность использования волос как биосубстрата для определения йодного фона среды и обеспеченности организма йодом на индивидуальном и популяционном уровнях, проведен сравнительный анализ содержания йода в моче и волосах у жителей различных природно-географических районов. В качестве референтных пределов йода в волосах использованы литературные данные (Iyenger, Woittiez, 1988; Grabeklis et al., 2002; Скальный и др., 2009; Momcilovic et al., 2014).

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследованы жители двух северных регионов России – Магаданской и Архангельской областей. В пределах каждого региона изучены приморские (йоднасыщенные) и континентальные (йоддефицитные) районы. У жителей проанализированы медианные показатели содержания йода в моче и волосах и уровень йодного дефицита, основанный на этих показателях.

Анализ проведен на данных определения йода в моче (Эндокринологический научный Центр, церий-арсенидовый метод) и волосах (Центр Биотической медицины, метод МС-ИСП) в один сезон года у одних и тех же детей препубертатного возраста. Обобщенные данные представлены в таблице.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные данные выявили существенную вариабельность йода в волосах. В континентальных районах его индивидуальные показатели колебались в пределах 0,15–2,43 мкг/г (CV = 122%), в приморских – 0,15–7,67 мкг/г (CV = 232%). Установленные показатели сопоставимы с результатами распределения йода в волосах жителей других регионов (метод МС – ИСП), где отмечены десятикратные различия минимальных и мак-

симальных показателей йода (Старова, 2003; Momcilovic et al., 2014). Большой индивидуальный разброс йода свидетельствует о дисбалансе этого элемента в организме человека.

Следует отметить, что концентрация йода в моче также является вариабельной величиной, в связи с чем ВОЗ для характеристики йодурии рекомендует использовать медианные показатели. Таким образом, распределение концентраций йода в биосредах (моча, волосы) не укладываются в рамки нормального распределения и могут быть выражены только медианой.

Из наших данных следует, что уровень йодного дефицита, основанный на анализе йода в волосах, сопоставим у детей исследованных районов Магаданской и Архангельской областей и находится в интервале 63–73%. По-видимому, содержание йода в волосах детей является относительно стабильной величиной, независимой от йодного фона окружающей среды. Подтверждением этому являются равные значения медиан йода в волосах детей в приморских и континентальных районах в пределах каждого из исследованных регионов: в Архангельской области Me = 0,15; в Магаданской области – от 0,32 до 0,34 мкг/г (таблица).

По данным йодурии, в приморских районах уровень йодного дефицита (31–47%), оказался существенно ниже, чем распространенность йодного дефицита по данным содержания йода в волосах (63–73%). Это логично, так как приморские районы уже априори можно рассматривать как йоднасыщенные территории. Причем в приморских районах Магаданской области уровень йодного дефицита по йодурии (31%) совпадал с распространенностью эндемии зоба (30%) по данным ультразвуковой волнометрии щитовидной железы (Горбачев и др., 2012). Таким образом, для установления йодной обеспеченности населения основным методом расчета должен быть метод йодурии. Содержание йода в волосах отражает его аккумуляцию вследствие экскреторной функции волос, и расчет йодного дефицита по анализу йода в волосах приводит к гипердиагностике. Но это положение распространяется только на приморские районы, атмосфера которых насыщена йодом.

Таблица. Показатели йодного статуса жителей Архангельской и Магаданской областей

Территория, число обследуемых		Медиана концентрации йода, уровень йодного дефицита, %	
		Моча	Волосы
Приморские районы	Архангельская обл., n = 63	Me=101,2 мкг/л, 47 %	Me=0,15 мкг/г, 73 %
	Магаданская обл., n = 40	Me=141,1 мкг/л, 31 %	Me=0,32 мкг/г, 63 %
Континентальные районы	Архангельская обл., n = 40	Me=67,2 мкг/л, 75 %	Me=0,15 мкг/г, 65 %
	Магаданская обл., n = 62	Me=66,3 мкг/л, 76 %	Me=0,34 мкг/г, 63 %

В континентальных, йоддефицитных районах, которые являются доминирующими, индикатором йодного фона населения могут служить волосы: показатели йодного дефицита в этих регионах, установленные по анализу мочи и волос, находятся в пределах статистической погрешности. Учитывая более простой по сравнению с мочой метод сбора и хранения волос, а также возможность одновременного с йодом определения в волосах спектра тиреоспецифических биоэлементов, полиэлементный анализ волос является альтернативным и перспективным методом исследования йодной обеспеченности населения йоддефицитных регионов.

**Работа выполнена в рамках базовой части государственного задания Северо-Восточного государственного университета (г. Магадан) «Проведение научно-исследовательских работ» по теме «Особенности минерального обмена и психофизиологии коренных жителей Магаданской области».**

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Абдрахманова Е.Р. Биосреды человека и болезни в условиях антропогенеза. Старова Н.В. (ред.) Проблемы экологии: Принципы их решения на примере Южного Урала. М.: Наука. 2003. С. 86–96.

(Abdrahmanova E.R. [Human biological media and diseases under anthropogenesis]. In: Starova N.V. (red.) [Ecological problems: principles of their solution on the example of the Southern Urals]. Moscow: Nauka. 2003. 86–96 [in Russ]).

Агаджанян Н.А., Скальный А.В. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека. Изд-е 2-е. М.: Изд. КМК. 2001. 83 с.

(Agadzhanjan N.A., Skalny A.V. [Chemical elements in the environment and the human ecological portrait]. 2<sup>nd</sup> ed. Moscow: KMK. 2001 [in Russ]).

Барашков Г.К. Некоторые проблемы развития медицинской элементологии по итогам работы I съезда РОСМЭМ. Микроэлементы в медицине. 2005. Т. 6. Вып. 1. С. 54–56.

(Barashkov G.K. [Some problems of the development of medical elementology by the results of the I RUSTEM congress]. Trace Elements in Medicine (Moscow). 2005, 6(1):54–56 [in Russ]).

Борелла П., Барджеллини А., Джакобаччи П., Марчези И., Ровести С. Взаимосвязь между микронутриентами и сердечно-сосудистыми заболеваниями: эпидемиологическое подтверждение. Микроэлементы в медицине. 2005. Т. 6. Вып. 2. С. 21–26.

(Borella P., Bargellini A., Giacobazzi P., Marchesi I., Rovesti S. [Relationship between micronutrients and cardiovascular disease: epidemiological evidence]. Trace Elements in Medicine (Moscow). 2005, 6(2):21–26 [in Russ]).

Герасимов Г.А. О новых рекомендациях ВОЗ и ЮНИСЕФ по профилактике йоддефицитных заболеваний. Клиническая и экспериментальная тиреодология. 2008. Т. 4. № 1. С. 2–7.

(Gerasimov G.A. [On the new recommendations of the WHO and UNICEF for the prevention of iodine deficiency

disorders]. Klinicheskaya i eksperimentalnaya tireodologiya. 2008, 4(1):2–7 [in Russ]).

Горбачев А.Л. Йодный дефицит как медико-социальная проблема (Обзор литературы). Северо-Восточный научный журнал. 2013. № 1(12). С. 32–37.

(Gorbachev A.L. [Iodine deficiency as a medical and social problem (a review)]. Severo-Vostochnyy nauchnyy zhurnal. 2013, 1(12):32–37 [in Russ]).

Горбачев А.Л., Луговая Е.А., Пермякова И.Ю., Агеенко К.И. Йодный дефицит и эндемический зоб у детей различных районов Магаданской области. Вестник Северо-Восточного государственного университета. 2012. № 18. С. 36–40.

(Gorbachev A.L., Lugovaya E.A., Permyakova I.Yu., Ageenko K.I. [Iodine deficiency and endemic goiter in children from different districts of the Magadan region]. Vestnik Severo-Vostochnogo gosudarstvennogo universiteta. 2012, 18:36–40 [in Russ]).

Горбачев А.Л., Скальная М.Г., Велданова М.В., Грабеклис А.Р., Скальный А.В. Содержание йода в волосах как показатель йодного статуса организма. Микроэлементы в медицине. 2007. Т. 8. Вып. 1. С. 17–19.

(Gorbachev A.L., Skalnaya M.G., Veldanova M.V., Grabeklis A.R., Skalny A.V. [Iodine content in hair as an indicator of body iodine status]. Trace Elements in Medicine (Moscow). 2007, 8(1):17–19 [in Russ]).

Дедов И.И., Свириденко Н.Ю., Герасимов Г.А. и др. Оценка йодной недостаточности в отдельных регионах России. Проблемы эндокринологии. 2000. Т. 46. № 6. С. 3–7.

(Dedov I.I., Sviridenko N.Yu., Gerasimov G.A. et al. [Assessment of iodine deficiency in some regions of Russia]. Problemy endokrinologii. 2000, 46(6):3–7 [in Russ]).

Савчик С.А., Жукова Г.Ф., Хотимченко С.А. Йоддефицитные заболевания и их распространенность. Микроэлементы в медицине. 2004. Т. 5. Вып. 2. С. 1–9.

(Savchik S.A., Zhukova G.F., Hotimchenko S.A. [Iodine deficiency diseases and their prevalence]. Trace Elements in Medicine (Moscow). 2004, 5(2):1–9 [in Russ]).

Скальный А.В., Велданова М.В., Ломакин Ю.В., Горбачев А.Л., Грабеклис А.Р. Технология неинвазивной оценки индивидуального йодного статуса человека. Технологии живых систем. 2009. Т. 6. № 1. С. 42–47.

(Skalny A.V., Veldanova M.V., Lomakin Yu.V., Gorbachev A.L., Grabeklis A.R. [Technology of noninvasive assessment of iodine status of an individual person]. Tekhnologii zhivyykh sistem. 2009, 6(1):42–47 [in Russ]).

Старова Н.В. Природные закономерности распределения и взаимодействия химических элементов в различных биологических системах. Старова Н.В. (ред.) Проблемы экологии: Принципы их решения на примере Южного Урала. М.: Наука. 2003. С. 136–170.

(Starova N.V. [Natural patterns of distribution and interaction of chemical elements in different biological systems]. In: Starova N.V. (red.) [Ecological problems: principles of their solution on the example of the Southern Urals]. Moscow: Nauka. 2003. 136–170 [in Russ]).

Сусликов В.Л., Толмачева Н.В., Родионов В.А., Демьянова В.Н. О критериях оценки обеспеченности ор-

ганизма человека атомовитами. Микроэлементы в медицине. 2001. Т. 2. Вып. 3. С. 2–9.

(Suslikov V.L., Tolmacheva N.V., Rodionov V.A., Demyanova V.N. [On criteria for assessment of provision of the human body with atomovites]. Trace Elements in Medicine (Moscow). 2001, 2(3):2–9 [in Russ]).

Широкова В.И., Голоденко В.И., Демин В.Ф. и др. Йодная недостаточность: диагностика и коррекция. Педиатрия. 2005. № 6. С. 68–73.

(Shirokova V.I., Golodenko V.I., Demin V.F. et al. [Iodine deficiency: diagnostics and correction]. *Pediatrics*. 2005, 6:68–73 [in Russ]).

Bost M., Martin A., Orgiazzi J. Iodine deficiency: Epidemiology and nutritional prevention. Микроэлементы в медицине. 2014. Т. 15. Вып. 4. С. 3–7.

Bost M., Martin A., Orgiazzi J. Iodine deficiency: Epidemiology and nutritional prevention. Trace Elements in Medicine (Moscow). 2014, 15(4):3–7.

Gorbachev A., Skalny A., Skalnaya M. et al. The iodine value in hair as a marker of iodine status of organism. Abstracts of the Third International. Symposium Federation of European societies on Trace elements and minerals. J Span Soc Clin Chem Molec Pathol. 2007, 26:58.

Grabeklis A.R., Pushkareva M.A., Skalny A.V. et al. Study of hair iodine content in connection with sex, age and residence location. Proc. 1-st Workshop on Macro and Trace Elements. Jena. 2002, P. 982–987.

Hetzel B.S. Iodine and neuropsychological development. *J Nutr*. 2000, 130(2):493–495.

Iyenger G.V., Woittiez J. Trace elements in human clinical specimens: evaluation of literature data to identify references values. *Clin Chem*. 1988, 34(3):474–481.

Miekeley N., De Carvalho Fortes L.M., Porto da Silveira C.L., Lima M.B. Elemental anomalies in hair as indicators of endocrinologic pathologies and deficiencies in calcium and bone metabolism. *J Trace Elem Med Biol*. 2001, 15(1):46–55.

Momcilovic B., Prejiac J., Visnjevic V. et al. Hair iodine for human iodine status assessment. *Thyroid*. 2014, 24(6):1018–1026.

Ristic-Medic D., Piskackova Z., Hooper L. et al. Methods of assessment of iodine status in humans: A systematic review. *Am J Clin Nutr*. 2009, 89(6): 2052–2069.

## HAIR IODINE CONTENT AS AN INDEX OF IODINE STATUS ON THE INDIVIDUAL AND POPULATION LEVEL

*A.L. Gorbachev<sup>1</sup>, A.V. Skalny<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> North-East State University, Portovaya str. 13, Magadan, 685000, Russia

<sup>2</sup> Centre for Biotic Medicine, Zemlyanoi val 46, 105064, Moscow, Russia

**ABSTRACT.** One of the world common medical and social problems is iodine deficiency and related diseases. The World Health Organization recommends the method of ioduria to determine urinal iodine and ascertain a population iodine rate. The method is used for only epidemiological studies since personal body iodine concentration is a dynamic value and, thus, cannot demonstrate iodine supply of that very person. In this regard, to choose an adequate method of revealing personal iodine status and a population iodine deficiency rate has been a matter of principle.

In order to explore the eligibility of using hair samples as a bioindicator for determining the environmental iodine rate and the body iodine provision, we have examined residents of different geographic areas and comparatively analyzed their urinal and hair iodine content.

The examinees were from two regions of Northern Russia, namely the Magadan and Arkhangelsk regions. Within each region there were studied coastal areas (as iodine sufficient) and continental areas (as iodine deficient). The study was carried out during the same season on the same populations of prepubertal-age children.

Based on the obtained data we concluded that hair samples can serve as the bioindicator of iodine status in continental areas that are prevalent through the country. Besides, as compared to urine, this substrate has been more simple and easy to collect and keep it as well as suitable to use it for studying other trace elements in parallel with iodine. Thus, hair spectral analysis is an alternative and perspective method of ascertaining iodine status in iodine deficient regions of Russia.

**KEYWORDS:** iodine deficiency, ioduria, hair spectral analysis.