

## СОДЕРЖАНИЕ ЙОДА В ВОЛОСАХ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЙОДНОГО СТАТУСА ОРГАНИЗМА

**А.Л. Горбачев, М.Г. Скальная, М.В. Велданова,  
А.Р. Грабеклис, А.В. Скальный**

В работе представлены результаты исследований по выявлению возможности использования волос как биосубстрата для определения йодной обеспеченности организма. Проведён сравнительный анализ содержания йода в моче и волосах жителей различных природно-климатических зон. Выдвинуто обоснованное положение, по которому полиэлементный анализ волос является альтернативным методом исследования йодной обеспеченности человека

В последнее время многочисленными эколого-физиологическими и гигиеническими исследованиями показано, что элементный состав волос человека отражает биогеохимическое окружение, коррелирует с уровнем биоэлементов во внутренней среде, характеризует элементный статус организма, и может служить средством диагностики нарушений минерального обмена [1, 2, 5, 9, 10, 12, 17, 18]. Правильность и эффективность использования волос как тест-объекта для анализа эколого-токсикологических корреляций доказана результатами международных программ, выполненных под эгидой Международного агентства по атомной энергии [8].

Однако на этом фоне в научной литературе высказываются сомнения относительно возможности использования волос в качестве биосубстрата для исследования элементного статуса индивидуума и оценки биогеохимической среды, и вопрос о корреляции между содержанием микроэлементов в волосах и их уровнем во внутренней среде организма остается дискуссионным [3, 4, 15].

Совершенствование методических приемов закономерно приводит к расширению спектра определяемых в волосах элементов. До недавнего времени анализ в волосах йода был ограничен летучими свойствами этого галогена. В последние годы, благодаря успехам инструментальной биохимии и применению современных методов исследования (ИСП-МС), анализ йода в волосах становится рутинным (АНО Центр биотической медицины, г. Москва). К настоящему времени в Центре биотической медицины накоплен представительный банк данных по содержанию йода в волосах жителей различных регионов России, однако их научный анализ затруднен методологическим характером (неоднозначность функциональной интерпретации), и отсутствием общепринятых референтных показателей йода волосах.

Сложность функциональной интерпретации заключается в принципиальном вопросе: является ли содержание йода в волосах биохимическим отражением биогеохимии йода, или представляет выражение экскреторной функции волос, независимой от уровня йода во внешней среде?

В качестве индикатора обеспеченности йодом ВОЗ (1994) рекомендует ориентироваться на йодурию - концентрацию йода в моче. Однако, йодурия пригодна только для эпидемиологических исследований, т.к. концентрация йода у отдельного индивидуума - величина динамичная, и, по-видимому, не отражает йодного статуса организма. На индивидуальном уровне йодурия показывает количество йода, одномоментно поступившего в организм из внешней среды. Содержание же йода в депонирующих тканях (волосах) отражает его экспозицию в течение длительного времени, и на этом основании может являться индивидуальным показателем обмена йода, производным от йодного фона окружающей среды.

С целью выяснить возможность использования волос, как биосубстрата для определения йодного статуса организма и характеристики йодного фона среды, проведен сравнительный анализ содержания йода в моче и волосах у жителей различных природно-географических районов.

Обследованы жители двух северных регионов – Магаданской (Азиатский Север) и Архангельской (Европейский Север) областей. В пределах названных регионов проанализированы показатели йодного дефицита жителей приморских (йоднаполненных) и континентальных (йоддефицитных) территорий. Анализ основан на данных определения йода в моче (эндокринологический научный Центр РАМН, церий-арсениновый метод) и волосах (Центр Биотической медицины, метод МС-ИСП) у одних и тех же детей препубертатного возраста.

### Результаты и их обсуждение

Содержание йода в волосах отличалось крайней вариабельностью. В континентальных районах индивидуальные показатели колебались в пределах 0,15-2,43 мкг/г (CV = 122%), в приморских – 0,15-7,67 мкг/г (CV = 232%). Полученные данные сопоставимы с результатами распределения йода в волосах жителей южно-уральского региона (метод ИСП-МС), где отмечены десятикратные величины различий максимальных и минимальных показателей йода [13]. По мнению автора, это свидетельствует о большом индивидуальном разбросе показателей йода.

Следует отметить, что концентрация йода в моче является вариабельной величиной, в связи с чем ВОЗ рекомендует использовать для характеристики йодной обеспеченности показатели не «средней арифметической», а медианы йодурии. Таким образом, распределения концентрации йода в моче и волосах не укладываются в рамки нормального распределения, и могут быть выражены только медианой.

Полученные нами обобщенные данные представлены в таблице.

### Предварительные выводы и их интерпретация сводятся к следующему.

1. 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 является относительно стабильной величиной, независимой от йодного фона окружающей среды. Подтверждением этому являются одинаковые значения медиан содержания йода в волосах в приморских и континентальных районах в рамках исследованных регионов.

2. В континентальных йоддефицитных районах Магаданской и Архангельской областей, при сопоставимых медианах йодурии, уровни йодного дефицита практически совпадают как по йодурии, так по анализу йода в волосах.

3. Особенностью йоднаполненных приморских районов является несоответствие показателей йодного дефицита по йодурии и волосам. В исследованных приморских районах Архангельской и Магаданской областей, биосфера которых предполагает насыщение йодом, содержание йода в волосах является крайне низким. Показатели йодного дефицита, основанные на анализе волос, в 1,5-2 раза превышают уровень йодного дефицита по данным йодурии.

Судя по содержанию йода в волосах, приморские районы не соответствуют представлению о насыщенности йодом, что предполагает возможность развития на их территории эндемии йоддефицитного зоба. В этой связи отметим, что, несмотря на то, что медиана йодурии в исследуемых приморских районах находилась в пределах нормативных показателей (100-300 мкг/л), в обоих приморских районах, по данным

разных авторов [6; 11], отмечен эндемический зоб, не имеющий классической йоддефицитной природы. Следовательно, в исследованных приморских районах реальным показателем йодного статуса жителей является пониженное содержание йода в волосах.

Несоответствие между нормальным уровнем йода в окружающей среде по критериям ВОЗ, и наличием эндемии зоба указывает на эндогенный дефицит йода или (и) дефицит тиреоидных гормонов. Исключая наличие техногенных струмогенов, развитие компенсаторной гиперплазии щитовидной железы свидетельствует, что установленный в организме северян уровень йода является недостаточным для нормальной работы щитовидной железы. По-видимому, в условиях Севера, при хроническом воздействии низких температур и повышении основного обмена, обеспечивающего теплопродукцию, требуется усиленный синтез тиреоидных гормонов, для обеспечения которого необходимо большее поступление йода. В этой связи возникает необходимость пересмотра нормативов потребления йода для северных регионов. Мы полагаем, что на Севере этот показатель - 150 мкг для взрослого человека - должен быть скорректирован в сторону повышения. Аргументом в пользу сказанного является распространенность зоба (19,4%) в приморском районе Архангельской области. Считаем, что обеспеченность жителей йодом, при которой медиана йодурии находится на нижнем пределе нормы (101,2 мкг/л), является относительной и неполной. В условиях действия североспецифических факторов или наличия в биосфере струмогенов, поступающее в организм количество йода, оказывается недостаточным для поддержания адекватного синтеза йодированных гормонов. При этом показатели йода в волосах могут указывать на эндогенный дефицит йода.

Таким образом, однозначная функциональная трактовка уровня йода в волосах жителей различ-

Таблица. Показатели йодной обеспеченности жителей континентальных и приморских территорий Севера, основанные на содержании йода в моче и волосах

Территория	Моча (йодурия)	Волосы*	Частота зоба (УЗИ, пальпаторный метод), %	
	уровень йодного дефицита, %			
Приморские районы	Архангельская обл., n = 63	47 (Ме йодурии 101,2 мкг/л)	73 Me = 0,15 мкг/г	19,4 <sup>1</sup>
	Магаданская обл., n = 40	31 (Ме йодурии 141,1 мкг/л)	63 Me = 0,32 мкг/г	30 <sup>1</sup>
Континентальные районы	Архангельская обл., n = 40	75 (Ме йодурии 67,2 мкг/л)	65 Me = 0,15 мкг/г	45,1 <sup>1</sup>
	Магаданская обл., n = 62	76 (Ме йодурии 66,3 мкг/л)	63 Me = 0,34 мкг/г	28 <sup>2</sup>

Примечание:

\* – референтные показатели йода в волосах (G. Iyenger., J. Woittiez, 1988);

<sup>1</sup> – Горбачев и др., 2004; Сибилева, 2004 (критерии Delange, 1997);

<sup>2</sup> – пальпаторное обследование (Горбачев, Велданова, Бульбан и др., 2004).

ных регионов невозможна. Анализ йода в волосах необходимо привязывать к конкретной биогеохимической ситуации, учитывая как йоднаполнение изучаемой территории, так и наличие в ее биосфере специфического комплекса химических элементов, влияющих на обмен йода.

В йоддефицитных районах, к которым относится подавляющая часть регионов России, анализ йода в волосах может быть использован для определения степени йодного дефицита, т.е. в качестве показателя обеспеченности населения йодом. В исследованных приморских районах низкое содержание йода в волосах является реальным показателем насыщенности организма йодом - показателем йодного статуса, и свидетельствует об эндогенном дефиците йода.

Учитывая более простой, по сравнению с мочой, метод сбора волос, а также возможность одновременного с йодом, определения в волосах спектра тиреоспецифических биоэлементов, полиэлементный анализ волос является альтернативным методом исследования йодной обеспеченности и выявления струмогенного комплекса химических элементов.

#### Список использованной литературы

1. Абдрахманова Е.Р. Биосреды человека и болезни в условиях антропогенеза. В кн.: Проблемы экологии: Принципы их решения на примере Южного Урала / Под ред. Н.В. Старовой. – М.: Наука, 2003. – С. 86-96.
2. Агаджанян Н.А., Скальный А.В. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека. Москва: Изд. КМК, 2001. Второе изд. – 83 с.
3. Барашков Г.К. Некоторые проблемы развития медицинской элементологии по итогам работы I съезда РОСМЭМ // Микроэлементы в медицине. – 2005. – Том 6. – Вып. 1. – С. 54-56.
4. Борелла П., Барджеллини А., Джакобаци П., Марчези И., Ровести С. Взаимосвязь между микронутриентами и сердечно-сосудистыми заболеваниями: эпидемиологическое подтверждение // Микроэлементы в медицине. – 2005. – Том 6. – Вып. 2. – С. 21-26.
5. Гладких Э.А., Полякова Е.В., Шуваева О.В., Бейзель Н.Ф. Применение атомно-эмиссионной спектрометрии с возбуждением спектров в дуге постоянного тока для оценки средних уровней содержания макро- и микроэлементов в волосах человека // Микроэлементы в медицине. 2003. – Т.4 – Вып.3. – С. 20-24.
6. Горбачев А.Л., Ефимова А.В., Луговая Е.А. Эндемический зуб у детей г. Магадана. Эпидемиология, экологические факторы. / Магадан: Изд-во СМУ, 2004. – 106 с.
7. Горбачев А.Л., Велданова М.В., Луговая Е.А., Бульбан А.П., Ефимова А.В. Йодная обеспеченность населения Магаданского региона и ее связь с зубной эндемией // Материалы 1-го съезда РОСМЭИ. Микроэлементы в медицине. – 2004. – Т.5. – Вып.4. – С.142-144.
8. Маленченко А.Ф., Бажанова Н.Н., Канаш Н.В., Жук, И.В. Ломоносова Е.М., Булыга С.Ф. Содержание плутония и некоторых микроэлементов в волосах жителей Беларуси, проживающих на территории, пострадавшей при аварии на Чернобыльской АЭС // Гигиена и санитария. – 1997. – № 5. – С. 19-22.
9. Поляков А.Я. Здоровье детей и подростков и проблема микроэлементозов // Актуальные вопросы современной медицины: Тез. докл. IX научно-практич. конф. врачей “Новосибирск на рубеже XXI века”. – Новосибирск, 1999. – С. 86-87.
10. Ревич Б.А. Химические элементы в волосах человека как индикатор воздействия загрязнения производственной и окружающей среды // Гиг. и сан. – 1990. – № 3. – С. 55-59.
11. Сибилева Е.Н. Особенности зубной эндемии у детей в Архангельской области по данным ультразвукового исследования щитовидной железы. / Е.Н. Сибилева // Экология человека. – 2004. – №5. – С. 44-46.
12. Скальный А.В. 2000. Диагностика и профилактика микроэлементозов с учетом результатов медико-экологической экспертизы // В.Г.Маймулов, С.В.Нагорный, А.В.Шабров. Основы системного анализа в эколого-гигиенических исследованиях. СПб.: СПб ГМА им. И.И.Мечникова. – С. 175—200.
13. Старова Н.В. Природные закономерности распределения и взаимодействия химических элементов в различных биологических системах В кн.: Проблемы экологии: Принципы их решения на примере Южного Урала / Под ред. Н.В. Старовой. – М.: Наука, 2003. – С.136-170.
14. Скальная М.Г., Демидов В.А., Скальный А.В. О пределах физиологического (нормального) содержания Са, Mg, P, Fe, Zn и Cu в волосах человека // Микроэлементы в медицине. 2003. – Т.4. Вып.2. – С.5-10.
15. Сусликов В.Л., Толмачева Н.В., Родионов В.А., Демьянова В.Н. О критериях оценки обеспеченности организма человека атомовитами // Микроэлементы в медицине. – 2001. – Т.2 – Вып.3. – С.2-9.
16. Черняева Т.К., Матвеева Н.А., Кузмичев Ю.Г., Грачева М.П. Содержание тяжелых металлов в волосах детей в промышленном городе // Гиг. и сан. – 1997. – № 3. – С. 26-28.
17. Miekeley N., De Carvalho Fortes L.M., Porto da Silveira C.L. and Lima M.B. Elemental anomalies in hair as indicators of endocrinologic pathologies and deficiencies in calcium and bone metabolism // J. of Trace Elements in Med. and Biol. – 2001. – Vol 15. – Iss. 1. – P. 46-55.
18. Ren Y., Zhang Z. et al. Diagnosis of lung cancer based on metal contents in serum and hair using multivariate statistical methods // Talanta / 1997. – Vol. 44. – Iss. 10. – P. 1823-1831.

