

## ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ВОЛОС И РАЗЛИЧНЫХ СТРУКТУР ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В ЭНДЕМИЧНОЙ ПО ДЕФИЦИТУ ЙОДА ОБЛАСТИ

Представлены результаты исследования элементного состава волос и различных структур щитовидной железы женщин, проживающих в Оренбургской области. Установлено, что в патогенезе пролиферации тиреоцитов, приводящей к формированию узловых тиреопатий, имеет значение не только дефицит йода. Вероятно такие элементы как Cd, Sn, Ni, Zn и Cu играют не менее важную роль в нарушении экспрессии аутокринных ростовых факторов в щитовидной железе.

**Ключевые слова:** микроэлементы, низконормальное значение ТТГ, высококонормальное значение ТТГ.

Уровень общего здоровья и качество окружающей среды с учетом как природных, так и антропогенных факторов в значительной степени определяется биогеохимическими особенностями [3], [5]. Одним из наиболее перспективных направлений современной медицинской науки является изучение «элементного портрета» населения как в популяции вообще, так и в популяционных выборках людей с различными соматическими заболеваниями, в контексте нозологии [1], [2]. Основная цель изучения «элементного портрета» – научная разработка и внедрение мероприятий по устранению гипер- и гипоелементозов [4].

Цель работы – изучить особенности элементного состава узловых и перинодулярной ткани щитовидной железы в эндемичной по йоддефициту области.

### Материалы и методы исследования

В обследовании приняли участие женщины в возрасте от 36 до 45 лет с узловым и многоузловым коллоидным эутиреоидным зобом (n=110). Давность заболевания составила от 5,5 до 12 лет. Из 110 больных у 95,1% узловые образования в ЩЖ определялись при пальпации, а у остальных 4,9% выявилось только при УЗИ. Для морфологической верификации узловых образований ЩЖ, всем больным была выполнена тонкоигольная пункционная аспирационная биопсия (ТАПБ) под контролем УЗИ. Эутиреоидное состояние у всех больных было установлено путем исследования ТТГ, свободных Т4 и Т3 сыворотки.

Для изучения элементного статуса организма в качестве биосубстратов использовали волосы и образцы ткани ЩЖ (коллоидных узлов

и перинодулярной тиреоидной ткани), полученные во время выполнения геми- и/или тиреоидэктомии.

Все обследуемые были ранжированы на две группы в зависимости от значений ТТГ. У лиц 1 группы ТТГ характеризовался как высококонормальный (2,6–4,0 мЕд/л). У лиц 2 группы уровень ТТГ находился в пределах низконормальных значений (0,4–2,5 мЕд/л).

Определение элементного состава оцениваемых биосубстратов производили методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргонной плазмой на приборах Optima 2000 DV и ELAN 9000 (Perkin Elmer, США).

Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью общепринятых методов.

### Результаты исследования и их обсуждение

С целью выявления возможного влияния химических элементов, содержащихся в щитовидной железе, на развитие пролиферативных процессов, проведено изучение элементного состава коллоидных узлов и перинодулярной тиреоидной ткани у женщин с разнонормальным уровнем ТТГ. Наибольшие различия в элементном составе изучаемых тканей наблюдалось в группе пациентов с высококонормальным уровнем ТТГ. При этом в узловых образованиях отмечалось большее накопление кобальта ( $p<0,05$ ), селена ( $p<0,05$ ), цинка, мышьяка ( $p<0,05$ ), свинца ( $p<0,01$ ), кадмия ( $p<0,01$ ) и ртути. Обращает внимание значительная разница в накоплении токсичных элементов: значения содержания в узловой ткани свинца выше

в 3,6 раза, кадмия в 2,2 раза. В перинодулярной ткани ЩЖ пациентов этой группы отмечалось большее накопление меди, железа ( $p < 0,05$ ), йода ( $p < 0,05$ ), никеля ( $p < 0,01$ ), кремния и олова.

В группе с низконормальным уровнем ТТГ разница в элементном статусе различных структур ЩЖ была не такая выраженная. Так же как и в I группе в узловых образованиях отмечалось большее накопление цинка и свинца, однако разница с перинодулярной тканью была не достоверной. В перинодулярной ткани ЩЖ пациентов II группы отмечалось большее накопление меди, железа, йода ( $p < 0,05$ ), селена ( $p < 0,05$ ) и кремния.

Таким образом, узловой (многоузловой) коллоидный эутиреоидный зоб на фоне высококонормального уровня ТТГ, являющегося по современным представлениям, предиктором развития гипотиреоза, сопровождается более выраженным дисбалансом содержания химических элементов в различных тканях щитовидной железы. Помимо анализа средних значений содержания химических элементов в изучаемых биосубстратах был проведен корреляционный анализ массива данных. Уровень I, элемента, непосредственно связанного с синтезом тиреоидных гормонов, обнаруживает наибольшее количество взаимосвязей (табл. 1). Уровень йода в волосах достоверно связан с уровнем Na, P, Fe, V, Hg и в узловой и в перинодулярной тканях щитовидной железы, однако характер связи для всех этих элементов имеет противоположный знак. Наиболее высокая степень достоверности ( $r = 0,81$ ;  $p < 0,001$ ) обнаружена между уровнем йода в волосах и стронция в перинодулярной ткани.

Уровень лития, элемента, взаимодействующего с рецепторами гормона щитовидной железы и ингибирующего превращение Т4 в Т3 в волосах достоверно взаимосвязан с содержанием P, K, I, Li, Si и Ca в узловой ткани. При этом самая сильная взаимосвязь обнаружена с Li ( $r = 0,98$ ;  $p < 0,001$ ), Si ( $r = 0,82$ ;  $p < 0,001$ ) и I ( $r = 0,61$ ;  $p < 0,01$ ). При сопоставлении уровня лития в волосах с содержанием химических элементов в перинодулярной ткани наиболее значимые связи выявлены для Al ( $r = 0,98$ ;  $p < 0,001$ ) и Zn ( $r = 0,66$ ;  $p < 0,01$ ). Уровень селена в волосах достоверно положительно коррелировал с содержанием эссенциальных элементов и отрицательно с содержанием токсичных элементов в узловой ткани.

Интерес представляет также выявление взаимосвязи уровня отдельных элементов в тканях щитовидной железы с элементным составом волос (табл. 2)

Уровень йода в узловой ткани наиболее значимую связь обнаруживал с содержанием Mn ( $r = -0,66$ ;  $p < 0,01$ ), Li ( $r = 0,61$ ;  $p < 0,01$ ), I ( $r = 0,49$ ;  $p < 0,01$ ), Mg ( $r = -0,55$ ;  $p < 0,01$ ), Cu ( $r = -0,45$ ;  $p < 0,05$ ) в волосах. В перинодулярной – с содержанием Na ( $r = -0,61$ ;  $p < 0,01$ ), I ( $r = -0,43$ ;  $p < 0,05$ ) и Sr ( $r = 0,43$ ;  $p < 0,05$ ).

Содержание Li в узловой ткани щитовидной железы имеет прямую зависимость от уровня Al, Cd, Hg и Sn в волосах. Следовательно, увеличение общей токсической нагрузки на организм приводит к увеличению в щитовидной железе пула этого элемента.

В перинодулярной ткани содержание лития также имеет положительную взаимосвязь с целым рядом токсичных элементов и тяже-

Таблица 1. Достоверные взаимосвязи между содержанием химических элементов в волосах и тканях щитовидной железы

Элемент в волосах	Узловая ткань		Перинодулярная ткань	
	Характер связи			
	+	-	+	-
I	Na, I, Co, Si	P, Fe, V, Mg, Mn, As, Cu, B, Hg	P, Fe, V, Hg, Ca, Ni, Sr	Na, I, Sn
Mn	Ca, Cr, Fe, As, V, Ni, Sr, Hg	I, Li, Si, Zn	K, P, Mn, Li, Sr	Ca, Se, Na
Li	P, K, I, Li, Si	Ca	Al, Zn, Pb	B
Se	Co, Li, Na, Se, Si	Fe, Al, Sn, Sr		Cr, B, Fe, Li, V, As, Cd, Ni, Sn, Sr, Si
Cu		Al, Fe, I, Ni, Li, Zn, Pb		Ca

Таблица 2. Достоверные взаимосвязи между содержанием химических элементов в тканях щитовидной железы и волосах

Элементы в волосах	Узловая ткань	Элементы в ЩЖ	Периодулярная ткань	Элементы в волосах
+ I, Si, Li, Se, Ni, Pb, Hg - Cu, Mg, Mn, P, Sr		I		+ Fe, Ni, Sr, Cd, Hg
+ K, Mg, P, - I, Na, Pb, Sr, Fe, Hg		Mn		+ Mn - Hg
+ Al, Cd, Hg, Li, Si, Se, Na, Sn - Mg, Mn, Cu, Sr		Li		+ Ca, Co, P, Fe, Mn, Ni, V, Sn Sr - Se, Si
+ I, Se - Al, Cd, Hg, Li, K, P Co, Ni		Se		+ Se, Hg - Ca, Al, As Co, Cr, Fe, Mn, Ni, V, Zn, Cd, Pb, Sr
+ - Fe, I, Hg, Na, Zn, Pb		Cu		+ Mg, Na, Cu, Fe, Ni, Sr - Cr, Hg

лых металлов. При этом самая значимая связь с Co ( $r=0,80$ ;  $p<0,001$ ), Sr ( $r=0,68$ ;  $p<0,01$ ), Sn ( $r=0,67$ ;  $p<0,01$ ), Fe ( $r=0,66$ ;  $p<0,01$ ), Mn ( $r=0,62$ ;  $p<0,01$ ) и Ni ( $r=0,62$ ;  $p<0,01$ ) в волосах.

Как показал корреляционный анализ уровень селена в узловой ткани имел прямую зависимость от уровня йода ( $r=0,34$ ;  $p<0,05$ ) и селена ( $r=0,45$ ;  $p<0,05$ ), в волосах и обратную зависимость с целым рядом токсичных элементов и тяжелых металлов. Уровень селена в периодулярной ткани наиболее значимую связь обнаруживает с содержанием Mn ( $r=-0,63$ ;  $p<0,01$ ), I ( $r=-0,43$ ;  $p<0,05$ ), Hg ( $r=0,57$ ;  $p<0,01$ ), Pb ( $r=-0,55$ ;  $p<0,01$ ) и V ( $r=0,48$ ;  $p<0,05$ ) в волосах. Уровень меди в узловой и периодулярной ткани также взаимосвязан с целым рядом токсичных элементов и тяжелых металлов.

С точки зрения неинвазивной диагностики, интерес представляет выявление взаимосвязи содержания конкретных элементов в волосах и тканях щитовидной железы. Как показал корреляционный анализ, существует достоверная прямая

зависимость содержания Al ( $r=0,90$ ), Cd ( $r=0,65$ ) Mn ( $r=0,40$ ), Se ( $r=0,39$ ) и обратная зависимость содержания В ( $r=-0,65$ ), Са ( $r=-0,62$ ), I ( $r=-0,43$ ), Si ( $r=-0,52$ ), Sr ( $r=-0,40$ ) в волосах и периодулярной ткани щитовидной железы. Таким образом, увеличение содержания Cd и Al в волосах, как показатель общего токсического воздействия на организм, отражает повышение пула данных токсичных элементов в тканях щитовидной железы, как в узлах, так и в периодулярной ткани при узловом аутиреоидном зобе.

### Выводы

Таким образом, полученные данные позволяют предполагать, что в патогенезе пролиферации тиреоцитов, приводящей к формированию узловых тиреопатий имеет значение не только дефицит йода – главного стимулятора аутокринных ростовых факторов в тиреоцитах. Вероятно такие элементы как Cd, Sn, Ni, Zn и Cu играют не менее важную роль в нарушении экспрессии аутокринных ростовых факторов в щитовидной железе.

1.09.2013

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение №14.В37.21.0122

### Список литературы:

1. Скальный, А. В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС / А. В. Скальный // Микроэлементы в медицине. – 2003. – Т. 4, вып. 1. – С. 55-56.
2. Сусликов, В. Л. Геохимическая экология болезней. Т. 2. Атомовиты / В. Л. Сусликов. – М.: Гелиос АРВ, 2000. – 672 с.
3. Скальный, А. В. Эколого-физиологическое обоснование эффективности использования макро- и микроэлементов при нарушениях гомеостаза у обследуемых из различных климатогеографических регионов: дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.17 / А. В. Скальный. – М., 2000. – 352 с.
4. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А. П. Авцын, А. Л. Жаворонков, М. Л. Риш, Л. С. Строчкова. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
5. Нотова, С. В. Эколого-физиологическое обоснование корректирующего влияния элементного статуса на функциональные резервы организма человека: дис. ... д-ра мед. наук: 03.00.13 / С. В. Нотова. – М., 2005. – 314 с.

Сведения об авторах:

**Мирошников Сергей Владимирович**, ассистент кафедры хирургии ОрГМА,  
кандидат медицинских наук, e-mail: dr.miroshnikov@rambler.ru

**Нотова Светлана Викторовна**, профессор кафедры биохимии и молекулярной биологии  
Оренбургского государственного университета, доктор медицинских наук, профессор,  
e-mail: snotova@mail.ru

**Алиджанова Инара Эскендеровна**, заведующий лабораторией Института микро- и нанотехнологий  
Оренбургского государственного университета, кандидат медицинских наук, e-mail: inhip@mail.ru

**Кияева Елена Викторовна**, кандидат медицинских наук  
Оренбургского государственного университета, e-mail: elena\_sap@mail.ru

**Слободсков Андрей Александрович**, аспирант кафедры биохимии и молекулярной биологии  
Оренбургского государственного университета  
460018, пр-т Победы 13, тел. (3532) 372484

**UDC 612.01**

**Miroshnikov S.V., Notova S.V., Kiyaeva E.V., Alidzhanova I.E., Slobodskov A.A.**

Orenburg state university, e-mail: inhip@mail.ru

**FEATURES OF HAIR AND VARIOUS THYROID STRUCTURES ELEMENT COMPOSITION IN ENDEMIC IODINE DEFICIENCY REGION**

The results of the study of the element composition of the hair and the various structures of the thyroid gland of women living in the Orenburg region are presented. It is established that in the pathogenesis of proliferation of thyroid cells leading to the formation of nodular thyroid pathology not only iodine is important. Cd, Sn, Ni, Zn and Cu participate in the disruption of expression of autocrine growth factors in the thyroid gland.

Key words: trace elements, low-normal TSH value, high-normal TSH value

**Bibliography:**

1. Skalny, A.V. Referential concentrations of chemical elements in the hair, obtained by ICP-AES / AV Skalny // Trace elements in medicine. – 2003. – Volume 4, №. 1. – p. 55-56.
2. Gophers, V.L. Geochemical ecology of disease. T. 2. Atomovity / V.L. Suslikov. – M.: Helios ARV, 2000. – 672 p.
3. Skalny, A.V. Ecological and physiological basis of the efficiency of the use of macro-and micronutrients in disorders of homeostasis in the subjects of the different climatic regions: dis.... Dr. med. sciences: 14.00.17 / A.V. Skalny. – M., 2000. – 352 p.
4. Human microelementoses: etiology, classification, organopathology / A.P. Avtsyn, A.L. Lark, M.L. Riesch, L.S. Strochkova. – Moscow: Medicine, 1991. – 496 p.
5. Notova, S.V. Ecological and physiological basis of correcting the influence of the element status in the functional reserve of the human body: dis.... Dr. med. sciences: 03.00.13 / S.V. Notova. – Moscow, 2005. – 314 p.