

УДК 577

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЙОДА ЖИТЕЛЕЙ ГОРОДА ОРЕНБУРГ

Китова Е.П., Кривоносова Е.В., Ильясова Ю.З., Бибарцева Е.В.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, e-mail: kitucya@mail.ru

Статья посвящена исследованию обеспеченности йодом населения города Оренбурга, Оренбургской области – региона с выраженной эндемичностью по отношению к данному микроэлементу. В статье представлены результаты исследования мочи на количественное определение содержания в ней йода, по значениям которых можно выявить степень обеспеченности всего организма данным микроэлементом. В процессе анализа проводилась экстракция йода из пробы мочи с помощью хлороформа и спектрофотометрирование трийодатного комплекса, полученного в результате взаимодействия йодат-ионов с йодидом калия. Проведена аналитическая оценка полученных результатов с приведением рекомендаций по нормализации уровня йода у жителей региона.

Ключевые слова: йод, спектрофотометрический метод, центрифугирование, экстракция, Оренбург

SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF THE CONTENT OF IODINE OF ORENBURG CITY RESIDENTS

Kitova E.P., Kryvonosova E.V., Ilyasova J.Z., Bybartseva E.V.

Orenburg State University, Orenburg, e-mail: kitucya@mail.ru

The article is devoted to the study of iodine supply to the population of the city of Orenburg, Orenburg region – a region with a pronounced endemicity in relation to this trace element. The article presents the results of the study of urine to quantify the content of iodine in it, the values of which can reveal the degree of security of the whole body with this trace element. The analysis was carried out extraction of iodine from urine samples using chloroform and spectrophotometric triiodate complex, obtained by the interaction of the Iodate-ions with iodide of potassium. An analytical evaluation of the results with recommendations for the normalization of iodine levels in the region.

Keywords: iodine, spectrophotometric method, centrifugation, extraction, Orenburg

Йод – один из микроэлементов, присутствующих в организме человека, который незаменим и жизненно необходим для обеспечения нормальной жизнедеятельности. Самое важное значение йода заключается в участии его в синтезе гормонов щитовидной железы: трийодитиронина (T_3) и тетраидитиронина (T_4). Йод единственный из известных в настоящее время микроэлементов, участвующий в биосинтезе гормонов. Йодсодержащие гормоны щитовидной железы играют важную роль в метаболизме, участвуют в регуляции обмена веществ, процессов анаболизма и катаболизма, а также в работе сердца и других органов. При недостаточном поступлении йода, соответ-

ственно, понижается секреция тиреоидных гормонов, что может повлечь за собой ряд заболеваний: гипотиреоз, диффузный эндемический зоб, эндемический кретинизм и др.

Наиболее богаты данным микроэлементом морепродукты, такие как рыба и морская капуста, однако йод также содержится в яичном порошке, желтке куриного яйца, сухом молоке и молочных продуктах.

Для избегания йоддефицитных состояний необходимо придерживаться рекомендациям ВОЗ, характеризующим количество йода необходимое к ежедневному поступлению в организм [1]. Данные для разных возрастных групп указаны в таблице.

Группы людей	Потребность в йоде, мкг/сут
Дети до 1 года	50
Дети 2 – 6 лет	90
Дети школьного возраста (7–12 лет)	120
Подростки и взрослые (старше 12 лет)	150
Беременные и в период грудного вскармливания	250

Оценить обеспеченность организма йодом можно, проведя анализ мочи, так как около 90 % употребленного человеком йода выводится через урину. Критерии для оценки степени эндемии йодной недостаточности приведены в таблице [1].

Материалы и методы исследования. Для проведения анализа был использован спектрофотометрический метод определения микроконцентраций йода в моче. Данный метод запатентован Дороговой В.Б., Кучерявых Е.И., Маторовой Н.И. [43]

Выраженность йодного дефицита	Медиана концентраций йода в моче, мкг/л
Йодный дефицит отсутствует	Более 100
Легкий йодный дефицит	50–99
Умеренный йодный дефицит	20–29
Тяжелый йодный дефицит	Менее 20

Актуальность. Дефицит йода занимает первое место по распространенности среди микроэлементов. В условиях природного дефицита йода проживает около 2 млрд людей по всему миру [2]. В регионах, удаленных от морей, где почва недостаточно обогащена йодом, жители часто страдают йодной недостаточностью. Наоборот, у людей, населяющих прибрежные зоны, а также жителей островных государств большое место в рационе питания отведено богатым йодом морепродуктам, за счет которых суточная потребность в микроэлементе покрывается полностью, и такие люди гораздо реже сталкиваются с йододефицитными состояниями. В России более половины территорий являются йододефицитными. Оренбургская область не является исключением и также входит в число йододефицитных регионов [3]. Поэтому необходима регулярная оценка уровня обеспеченности йодом у жителей региона.

Объектом исследования являются: образцы мочи 15 жителей города Оренбург в возрасте от 19 до 72 лет.

Цель и задачи исследования. Цель исследования – выяснить, соответствуют ли показатели содержания йода жителей города Оренбург с нормальными значениями, установленными ВОЗ.

Для реализации поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- 1) освоить доступную и точную методику количественного определения йода в пробах мочи;
- 2) провести количественный анализ содержания йода в исследуемых образцах;
- 3) сравнить полученные результаты с параметрами нормы;
- 4) дать оценку состояния здоровья населения, опираясь на данные показателя йода в организме;

Первым этапом является подготовка пробы к фотометрированию, которая состоит из двух последовательных стадий:

– осаждение органических соединений с помощью сульфата цинка ($ZnSO_4$) и гидроксида бария ($Ba(OH)_2$) и дальнейшего центрифугирования (таким образом достигается обесцвечивание раствора, а также устраняется мешающее влияние органических веществ);

– экстрагирование молекулярного йода из супернатанта с помощью хлороформа с последующим переводом йода в йодат-ионы хлорной водой;

Затем производят окрашивание раствора реактивом для получения данных об оптической плотности раствора:

– обработка полученного раствора йодидом калия (KI);

– спектрофотометрирование раствора на фотоэлектроколориметре при длине волны 400 нм.

Проведение исследования

В пробирку добавляют 2 мл образца мочи, 2 мл раствора гидроксида бария ($Ba(OH)_2$) с концентрацией 0,3 % и 5 мл раствора сульфата цинка ($ZnSO_4$) с концентрацией 5%. Содержимое пробирки встряхивают, затем центрифугируют 4 минуты при 3000 об/мин. Супернатант сливают в отдельную пробирку.

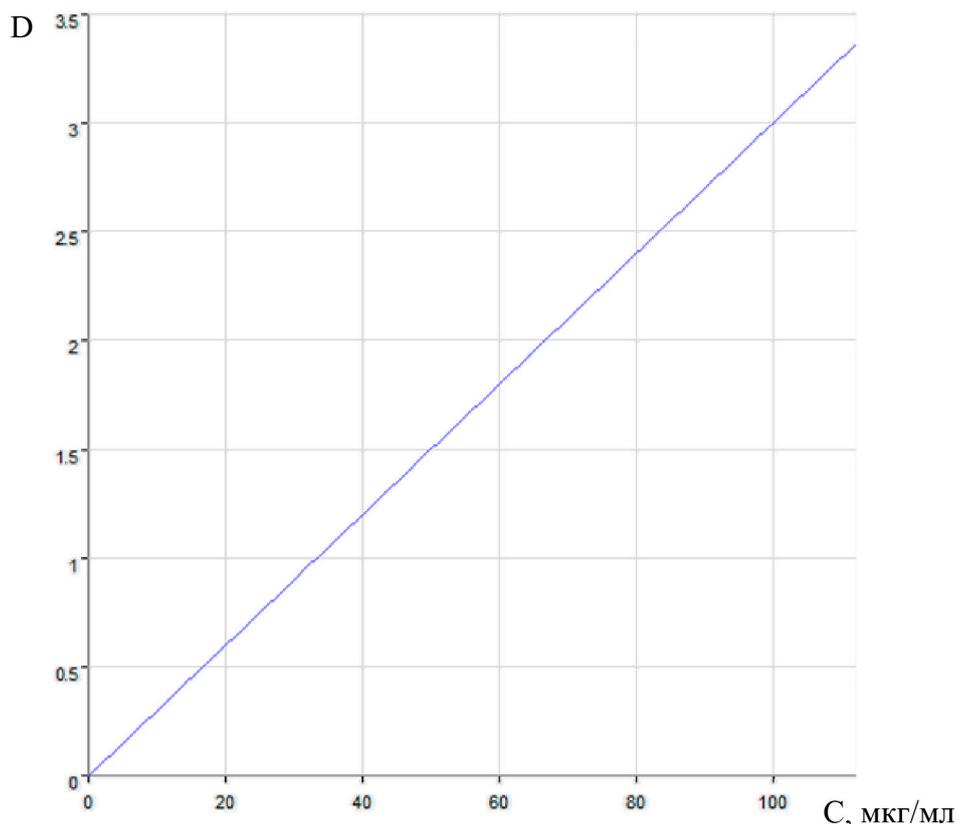
Осадок в пробирке после первого центрифугирования промывают 3 мл дистиллированной воды и центрифугируют 2 минуты при 3000 об/мин. Супернатант сливают в ту же пробирку. Затем приливают 8 мл хлороформа и встряхивают. Нижний хлороформный слой сливают в другую пробирку, куда добавляют 1 мл хлорной воды и 7 мл дистиллированной воды. После этого тщательно встряхивают.

Водную фазу переносят в термостойкие стаканчики и ставят на заранее подготовленную песчаную баню на 10 минут для удаления остатков хлора. Раствор охлаждают при комнатной температуре.

Раствор переносят в мерную колбу на 25 мл, добавляют 3 мл 1 н раствора йодида калия (KI), 4 мл 0,1 н раствора серной кислоты (H_2SO_4), доводят дистиллированной

водой до метки. Окрашенный раствор фотометрируют при длине волны 400 нм в кюветах толщиной 1 см по отношению к контрольной пробе – дистиллированной воде.

Затем строят калибровочный график, построение которого проводят аналогично пробам из стандартного раствора калия йодида с концентрацией $0,25 \text{ мкг/см}^3$, приведенным в таблице.



№ стандарта	Стандартный раствор KI с содержанием I_2 , $0,25 \text{ мкг/см}^3$	Дистиллированная вода, см^3	Серная кислота 0,1 н. р-р, см^3	Содержание I_2 , мкг	Концентрация I_2 , мкг/л	Значение оптической плотности (D)
0	0	21,0	4	0	0	0
1	0,1	20,9	4	0,025	1	0,03
2	0,2	20,8	4	0,05	2	0,06
3	0,4	20,6	4	0,10	4	0,125
4	0,6	20,4	4	0,15	6	0,175
5	0,8	20,2	4	0,20	8	0,24
6	1,0	20,0	4	0,25	10	0,30

Результаты исследования

При анализе 15 проб мочи жителей города Оренбург в возрасте от 19 до 72 лет были получены следующие значения оптической плотности.

№ пробы	Оптическая плотность	№ пробы	Оптическая плотность	№ пробы	Оптическая плотность
1	3,089	6	3,312	11	2,994
2	2,874	7	3,004	12	3,344
3	3,009	8	3,058	13	3,117
4	2,417	9	2,980	14	2,775
5	3,065	10	3,041	15	3,095

жет наблюдаться пониженные/повышенные значения. При всех условиях можно сделать вывод об пограничном состоянии уровня йода между легким дефицитом и его отсутствием. Можно сделать вывод, что население получает достаточное количество

По калибровочному графику находим значения концентраций исходных образцов:

йода, однако дополнительная профилактика дефицита добавлением в рацион богатой йо-

№ пробы	Концентрация йода, мкг/мл	№ пробы	Концентрация йода, мкг/мл	№ пробы	Концентрация йода, мкг/мл
1	102,3	6	110,4	11	99,8
2	95,8	7	100,1	12	111,4
3	100,3	8	101,9	13	103,9
4	80,6	9	99,3	14	92,5
5	102,2	10	101,4	15	103,2

Из-за неравномерного распределения уровня йода в моче обследуемых лучше оценивать медиану экскреции йода с мочой, а не среднее значение [5]. По следующему ряду значений определяем медиану:

80,6; 92,5; 95,8; 99,3; 99,8; 100,1; 100,3; 101,4; 101,9; 102,2; 102,3; 103,2; 103,9; 110,4; 111,4.

В данном ряду медианой служит число 101,4 мкг/л. По приведенным выше данным об критериях оценки уровня эндемии по степени экскреции йода с мочой можно сделать вывод об отсутствии йодного дефицита (101,4 мкг/л > 100 мкг/л). Однако у 5 человек из 15 (33,3% участников исследования) был отмечен сниженный уровень йода (< 100 мкг/л), у 2 человек значения превышают 110 мкг/л (13,33% участников), в то время как у 8 человек уровень микроэлемента колеблется в пределах 100–103 мкг/л (53,33% участников). Также необходимо учитывать ошибку, при учете которой мо-

дом пищевых – морепродуктов (жирная морская рыба, морские водоросли), будет только приветствоваться.

Список литературы

- Хинталь Т.В. Дефицит йода и йоддефицитные заболевания: актуальность проблемы профилактики и лечения в Российской Федерации // Эндокринология. – 2010. – № 1. – С. 25–28.
- Платонова Н.М. Йодный дефицит: современное состояние проблемы // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. – 2015. – Т. 1. – № 1. – С. 12–19.
- Либис Т.Н. Состояние гормонального тиреоидного статуса и структура йоддефицитных заболеваний у детей в г. Оренбурге // Вестник ОГУ. 2006. № 5. С. 229–231.
- Патент 2265847. Российская Федерация, МПК G01 N 33/52, G 01 N 33/84 Способ фотометрического определения йода в моче / Дорогова В.Б.; заявитель и патентообладатель Науч. центр мед. экологии Восточно-Сибирского науч. центра Сибирского отделения РАМН. – № 2003112518/15; заявл. 28.04.03; опубл. 10.12.05, Бюл. No 23 (II ч.). – 3 с.
- Дедов И.И. Болезни органов эндокринной системы: Руководство для врачей / И.И. Дедов, М.И. Балаболкин, Е.И. Марова и др. – М.: Медицина, 2000. – 555 с.