

## Оригинальные работы

## Влияние избыточного потребления йода на функциональное состояние щитовидной железы и спектр ее патологии у жителей г. Туринска Свердловской области

Кияев А.В.<sup>1</sup>, Платонова Н.М.<sup>2</sup>, Абдулхабирова Ф.М.<sup>2</sup>, Трошина Е.А.<sup>2</sup>, Герасимов Г.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ ВПО “Уральский государственный медицинский университет”, Екатеринбург

<sup>2</sup> ФГБУ “Эндокринологический научный центр” Минздрава России, Москва

<sup>3</sup> Глобальная сеть по йоду, Москва

**Актуальность.** В результате эпидемиологических исследований, проведенных в 2007 г., в г. Туринске Свердловской области была установлена избыточная концентрация йода в моче (медиана — 1234 мкг/л) и высокая частота различной тиреоидной патологии у детей. Источником избыточного потребления йода предположительно являлась питьевая вода.

**Цель.** Изучить последствия хронического избыточного потребления йода у населения Туринска.

**Материал и методы.** Исследование проведено в двух городах Свердловской области: Туринске и Первоуральске. В обследование было включено две группы детей: 97 в Первоуральске и 100 в Туринске, которые не различались между собой по возрасту, полу и площади поверхности тела, а также две группы взрослых по 100 человек в каждом городе, которые также были сопоставимы между собой по возрасту и полу. Всем испытуемым проводилось УЗИ щитовидной железы, у всех взрослых проводился забор венозной крови для определения тиреотропного гормона (ТТГ) и антител к тиреопероксидазе, а у всех детей проводили забор капиллярной крови на фильтровальную бумагу для определения ТТГ и собирали разовую порцию мочи для определения концентрации йода. Концентрация йода также была исследована в 10 случайно отобранных образцах водопроводной воды, собранных в домохозяйствах Туринска.

**Результаты.** Концентрация йода в водопроводной воде Туринска (629 мкг/л) в 5 раз превосходила предельно допустимую концентрацию. Медианная концентрация йода в моче в Туринске (719 мкг/л) была примерно в 6 раз выше, чем в Первоуральске — 120,8 мкг/л. У детей из Туринска были установлены достоверно более высокие средние значения уровня ТТГ и частота диффузного зоба, чем у детей из Первоуральска. У взрослых добровольцев из Туринска по сравнению с испытуемыми из Первоуральска были установлены достоверно более высокие значения среднего уровня ТТГ, а также частоты субклинического гипотиреоза и аутоиммунного тиреоидита.

**Выводы.** Подтвержден негативный эффект хронического избыточного потребления йода на функциональное состояние щитовидной железы и частоту тиреоидной патологии как у детей, так и у взрослых.

**Ключевые слова:** избыток йода, субклинический гипотиреоз, АИТ, диффузный зоб, ТТГ, содержание йода в моче, Туринск.

## Influence of excessive iodine intake on the thyroid function and spectrum of thyroid abnormalities in population of Turinsk, Sverdlovsk Region, of Russia

Kiyaev A.V.<sup>1</sup>, Platonova N.M.<sup>2</sup>, Abdulhabirova F.M.<sup>2</sup>, Troshina E.A.<sup>2</sup>, Gerasimov G.A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russian Federation

<sup>2</sup> Endocrinology Research Centre, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup> Iodine Global Network, Moscow, Russian Federation

**Background.** Previous surveys showed chronic iodine excess - median urinary iodine concentration (UIC) over 500 mcg/l — supposedly due to water contamination in population of Turinsk, a town in Sverdlovsk Region of Russia.

**Aim.** Conduct an assessment of the effects of chronic iodine excess on thyroid function and spectrum of thyroid abnormalities in schoolchildren and adults.

**Materials and methods.** Assessment was conducted in 100 schoolchildren and 100 adults residing in Turinsk and 97 schoolchildren and 100 adults in the control site (city of Pervouralsk) with optimal UIC. Assessment included thyroid ultrasonography, urinary iodine and dry spot TSH in schoolchildren and TSH and TPO-ab in adults. Iodine was also measured in random water samples from 10 households in Turinsk.

**Results.** Median UIC in schoolchildren in Turinsk (719 mcg/l) was significantly higher (129 mcg/l) than in Pervouralsk resulting in higher prevalence of thyroid enlargement and TSH level. In adults TSH level as well as prevalence of subclinical hypothyroidism and autoimmune thyroiditis were higher in residents of Turinsk compared to control group from Pervouralsk.

**Conclusions.** Iodine excess alters thyroid function in schoolchildren and adults increasing prevalence of thyroid enlargement in children and autoimmune thyroiditis in adults.

**Key words:** excessive iodine intake, subclinical hypothyroidism, autoimmune thyroiditis, diffuse goiter, TSH, urinary iodine, Turinsk.

## Введение

В 1991–2008 гг. в России были проведены широкомасштабные эпидемиологические исследования по оценке обеспеченности питания йодом и распространенности эндемического зоба, при этом практически во всех регионах страны был установлен различной степени выраженности йодный дефицит [1, 2, 3, 4]. Свердловская область достаточно долго оставалась “белым пятном” на карте йододефицитных территорий России. Однако в 2004–2007 гг. в области впервые было проведено обследование более 2000 детей в 23 районах и в 22 из них была установлена недостаточность йода в питании. Медианная концентрация йода в моче (МЙ) составляла 53 мкг/л, распространенность зоба по данным ультразвукового исследования (УЗИ) – 22,8%, а количество семей, употребляющих йодированную соль, – 39,3% [5].

Исключение составил город Туринск с населением около 16 тыс. человек, расположенный на северо-востоке области в 250 км от Екатеринбурга, в котором неожиданно для исследователей были выявлены высокие концентрации йода в моче (МЙ – 312 мкг/л), что и послужило основанием для повторного, более детального обследования, проведенного в 2007 г. При анализе 100 разовых образцов мочи, собранных у детей в возрасте 7–8 лет из двух районов города, было подтверждено наличие высокой концентрации йода практически во всех пробах мочи (МЙ – 1234 мкг/л), при этом в 16 образцах концентрация йода превысила 2500 мкг/л. Кроме того, среди детей и подростков была установлена более высокая частота различной патологии щитовидной железы (ЩЖ) по сравнению с другими районами области [5]. Исследование качества питьевой воды, проведенное центром Роспотребнадзора, подтвердило высокую концентрацию йода (от 0,11 до 0,71 мг/л) в водопроводной воде, что, вероятно, было связано с ее природной контаминацией.

По литературным данным, избыточное потребление йода не является столь уж редким феноменом: на конец 2014 г. в мире насчитывалось 11 стран с избыточным йодным потреблением и МЙ более 300 мкг/л [6]. В большинстве стран избыточное потребление йода было связано с неадекватными стандартами или низким качеством йодирования соли либо с высокой долей богатых йодом морепродуктов (особенно морских водорослей) в питании населения [7]. В некоторых местностях избыточное потребление йода объяснялось его высокой концентрацией в питьевой воде. В зарубежной литературе последствия хронического избыточного потребления йода наиболее детально изучены у населения провинции Хэбэй на востоке Китая (МЙ в диапазоне от 400 до 900 мкг/л) [8–11] и на юго-западе Алжира в провин-

ции Тиндуф, где на территории четырех лагерей для беженцев из бывшей Республики Западная Сахара проживало около 165 тыс. человек (МЙ более 500 мкг/л) [12]. Как правило, высокая концентрация йода в питьевой воде обнаруживается в тех местностях, где нефте- и газоносные слои располагаются близко к водоносным слоям, используемым для водоснабжения.

Следует отметить, что до настоящего времени в отечественной литературе нами не было найдено публикаций о влиянии хронического избыточного потребления йода, содержащегося в питьевой воде, на функциональное состояние ЩЖ и распространенность тиреоидной патологии.

## Цель

В этой связи целью настоящего исследования было изучение последствий хронического избыточного потребления йода у населения г. Туринска Свердловской области и сопоставление полученных данных с результатами аналогичных исследований в Китае, а также в других странах мира с избытком потребления йода [13, 14].

## Материал и методы

Представленные в статье данные являются частью исследования, проведенного в 2012 г. в рамках совместного проекта Министерства здравоохранения Свердловской области, ГБОУ ВПО “Уральский государственный медицинский университет”, ФГБУ “Эндокринологический научный центр” и Международного совета по контролю за йододефицитными заболеваниями (ICCIDD, новое название – Iodine Global Network – IGN). Это исследование было проведено в двух городах Свердловской области: Туринске и Первоуральске, в котором ранее (в 2006 г.) был выявлен легкий йодный дефицит (МЙ составляла в то время 80 мкг/л).

В обследование было включено две группы детей: 97 в Первоуральске и 100 в Туринске, которые не различались между собой по возрасту ( $9,5 \pm 0,8$  и  $9,4 \pm 0,8$  года,  $p > 0,5$ ), полу (43 м/54 ж vs 49 м/51 ж,  $p > 0,5$ ) и площади поверхности тела (ППТ:  $1,1 \pm 0,2$  м<sup>2</sup> vs  $1,1 \pm 0,1$  м<sup>2</sup>,  $p > 0,5$ ) соответственно (табл. 1). Две группы взрослых испытуемых (по 100 человек в каждом городе) также были сопоставимы между собой по возрасту и полу (табл. 2).

Все участники исследования дали письменное информированное согласие на обследование, подтверждающее отсутствие у испытуемого каких-либо ранее известных заболеваний ЩЖ или предшествующих осмотров эндокринолога. У детей информированное согласие подписывали родители или другие законные представители.

Таблица 1. Результаты сравнительного анализа у детей

| Показатели                   | Первоуральск<br>(n = 97)  | Туринск<br>(n = 100)       | Критерий<br>сравнения | p      |
|------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------|--------|
| Медиана йодурии, мкг/л       | 120,8                     | 719                        |                       |        |
| Возраст, годы                | 9,5 ± 0,8 (8–12)          | 9,4 ± 0,8 (8–11)           | z = –0,444            | 0,738  |
| Пол, м/ж                     | 43/54                     | 49/51                      | $\chi^2 = 0,43$       | 0,511  |
| ППТ, м <sup>2</sup>          | 1,1 ± 0,2 (0,8–1,6)       | 1,1 ± 0,1 (0,8–1,7)        | z = –0,365            | 0,654  |
| ТТГ, мМЕ/л                   | 0,8 [0,7; 1,0]; (0,3–2,2) | 1,0 [0,8; 1,4]; (0,3–9,2)  | z = 3,35              | 0,001  |
| Субклинический гипотиреоз    | –                         | 1%                         |                       |        |
| Объем ЩЖ, мл                 | 3,3 [2,5; 4,0]; (0,8–7,5) | 3,5 [2,8; 4,8]; (1,0–10,5) | z = 0,858             | 0,39   |
| Частота зоба (ВОЗ, 2003)     | 14,4%                     | 32%                        | $\chi^2 = 8,49$       | 0,0036 |
| Очаговые изменения структуры | 2%                        | 5%                         | $\chi^2 = 1,27$       | 0,265  |
| УЗ-признаки АИТ              | 1%                        | 4%                         | $\chi^2 = 1,75$       | 0,185  |

Таблица 2. Результаты сравнительного анализа у взрослых добровольцев

| Показатели                    | Первоуральск<br>(n = 100)              | Туринск<br>(n = 100)                 | Критерий<br>сравнения | p     |
|-------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-------|
| Пол, м/ж                      | 23/77                                  | 18/82                                | $\chi^2 = 0,77$       | 0,381 |
| Возраст, годы                 | 49,4 [43,9; 52,8];<br>(39,5–56,3)      | 48,1 [43,8; 52,5];<br>(38,5–56,1)    | z = –0,744            | 0,438 |
| ТТГ, мМЕ/л                    | 1,794 [1,234; 2,985];<br>(0,41–12,489) | 3,222 [2,168; 4,366];<br>(0,038–200) | z = 5,049             | 0     |
| Субклинический гипотиреоз     | 6%                                     | 22%                                  | $\chi^2 = 10,63$      | 0,001 |
| Явный гипотиреоз              | 1%                                     | 1%                                   | –                     | –     |
| Субклинический гипертиреоз    | –                                      | 1%                                   | –                     | –     |
| АТ-ТПО, мМЕ/л                 | 3,7 [2,45; 9,8];<br>(1,3–1000)         | 5,05 [1,9; 10,45];<br>(1–1000)       | z = –0,56             | 0,572 |
| АТ-ТПО >12,0 мМЕ/л            | 16%                                    | 14%                                  | $\chi^2 = 0,16$       | 0,692 |
| АИТ                           | 3%                                     | 12%                                  | $\chi^2 = 5,84$       | 0,016 |
| Объем ЩЖ, мл                  | 10,4 [8,3; 12,7];<br>(2,2–32,2)        | 10,8 [8,1; 13,9];<br>(4,0–35,1)      | z = 0,37              | 0,704 |
| Диффузный зоб                 | –                                      | –                                    | –                     | –     |
| Одноузловой эутиреоидный зоб  | 2%                                     | 6%                                   | $\chi^2 = 2,04$       | 0,148 |
| Многоузловой эутиреоидный зоб | 8%                                     | 5%                                   | $\chi^2 = 1,89$       | 0,345 |
| Одиночный узел                | 10%                                    | 15%                                  | $\chi^2 = 1,14$       | 0,285 |
| Множественные узлы            | 3%                                     | 5%                                   | $\chi^2 = 1,99$       | 0,208 |

Всем испытуемым проводилось УЗИ ЩЖ линейным датчиком 10 МГц (SonoAce-R3, Samsung-Medison, Korea) с определением объема ЩЖ и ее структурных изменений. Исследование у детей проводили д.м.н. Платонова Н.М., к.м.н. Абдулхаби-рова Ф.М., а у взрослых – д.м.н. Кияев А.В. Объем ЩЖ рассчитывался по стандартной формуле Брунна (коэффициент коррекции эллипсоидности – 0,479). Полученные результаты объема ЩЖ у детей сопоставлялись по нормативам, рассчитанным относительно ППТ в зависимости от пола (ВОЗ, 2004) [15]. Увеличение ЩЖ регистрировалось при превышении верхнего предела (97-й перцентиль) нормальных значений для возраста и ППТ.

У всех взрослых испытуемых проводился забор венозной крови для определения показателей тиреотропного гормона (ТТГ) (AxSYM®, Abbott Diagnostic Division, USA; РИ: 0,4–4,5 мМЕ/л) и антител к тирео-

пероксидазе (АТ-ТПО) (AxSYM®, Abbott Diagnostic Division, USA; РИ: 0–12 мМЕ/л) в клинической лаборатории ГБУЗ СО “ОДКБ №1”, г. Екатеринбург (зав. лабораторией – Герасимова Л.Ю.). У всех детей проводили забор капиллярной крови из пальцев рук на фильтровальную бумагу для последующего определения ТТГ (DELFA NeoTSH, PerkinElmer Life Sciences, Finland; РИ: 0,1–3,7 мМЕ/л) в лаборатории Университетской клиники (Цюрих, Швейцария).

В случае выявления у взрослых уровня ТТГ, превышающего верхний предел референсных значений, проводилось определение свободного Т4 (AxSYM®, Abbott Diagnostic Division, USA; РИ: 9,14–23,8 пмоль/л). Узловым образованием при проведении УЗИ считалось любое очаговое (фокальное) образование ЩЖ, равное или превышающее в диаметре 5 мм. Диагностические критерии тиреоидной патологии представлены в табл. 3.

**Таблица 3.** Диагностические критерии тиреоидной патологии

| Патология                  | Диагностические критерии                                     |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Явный гипотиреоз           | ТТГ >4,5 мМЕ/л, св.Т <sub>4</sub> <9,14 пмоль/л              |
| Субклинический гипотиреоз  | ТТГ >4,5 мМЕ/л, св.Т <sub>4</sub> — норма                    |
| Субклинический гипертиреоз | ТТГ <0,4 мМЕ/л, св.Т <sub>4</sub> — норма                    |
| Аутоиммунный тиреоидит     | АТ-ТПО >36 мМЕ/л + гипотиреоз или субклинический гипертиреоз |
| Антителонесительство       | АТ-ТПО >12 мМЕ/л, за исключением АИТ                         |
| Диффузный зоб              | Объем ЩЖ >18 мл (ж); >25 мл (м), без узлов и АИТ             |
| Одноузловой зоб            | Один узел >10 мм в диаметре                                  |
| Многочисловый зоб          | Два и более узлов, один из которых >10 мм в диаметре         |
| Одиночный узел             | Узел от 5 до 10 мм в диаметре                                |
| Множественные узлы         | Два и более узлов от 5 до 10 мм в диаметре                   |

Дополнительно только у детей собирали разовую порцию мочи для определения концентрации йода. Количественный анализ йода в моче церий-арсеновым методом был выполнен в биохимической лаборатории ФГБУ ЭНЦ МЗ РФ (зав. лабораторией — Ильин А.В.).

Концентрация йода также была исследована в 10 случайно отобранных образцах водопроводной воды, собранных в домохозяйствах Туринска. Исследование йода в воде церий-арсеновым методом было выполнено в лаборатории Института технологий (Цюрих, Швейцария).

Статистический анализ результатов исследования был выполнен с помощью программ Statistica 6.0 и Microsoft Excel. Для описания количественных признаков в исследуемых группах вычисляли медиану, квартили и крайние значения (Me [25; 75]; (Min—Max)), а также среднее значение и стандартное отклонение ( $M \pm SD$ ). Для сравнения двух независимых групп по выраженности количественных признаков применяли критерий Манна-Уитни ( $z$ ). Для статистического анализа различия двух групп по распределению качественных признаков использовали точный критерий Фишера (таблицы  $2 \times 2$ ) и критерий хи-квадрат ( $\chi^2$ ). В процессе анализа вывод о статистической значимости принимался при  $p < 0,05$ .

## Результаты

### Содержание йода в питьевой воде в Туринске

Полученные результаты указывают, что очевидным источником избыточного потребления йода в Туринске является водопроводная вода. Только в одном из 10 случайно отобранных образцов воды, взятом в домохозяйстве с индивидуальным источником водоснабжения (скважина), содержание йода было условно нормальным (5,27 мкг/л), т.е. многократно ниже предельно допустимой концентрации (ПДК), составляющей 125 мкг/л<sup>1</sup>. В остальных 9 об-

разцах, взятых в домохозяйствах с централизованным городским водопроводом, концентрация йода (от 473,36 до 688,61 мкг/л; МЙ — 629,5 мкг/л) в 4–5 раз превышала ПДК и была примерно в 100 раз выше, чем в воде из частной скважины. Причиной загрязнения водопроводной воды йодом, по всей видимости, является горячий подземный источник минеральной воды, впадающий в реку Туру примерно в 5 км вверх по течению от городского водозабора.

### Содержание йода в моче, показатели функции щитовидной железы и частоты диффузного зоба у детей в городах Туринске и Первоуральске

Медианная концентрация йода в утренней порции мочи у детей в Туринске (719 мкг/л) была примерно в 6 раз выше, чем в Первоуральске — 120,8 мкг/л. Во всех образцах мочи, собранных в Туринске, концентрация йода в моче превышала 100 мкг/л, в 36% образцов концентрация йода превышала 1000 мкг/л, а в 6% оказалась выше 2000 мкг/л.

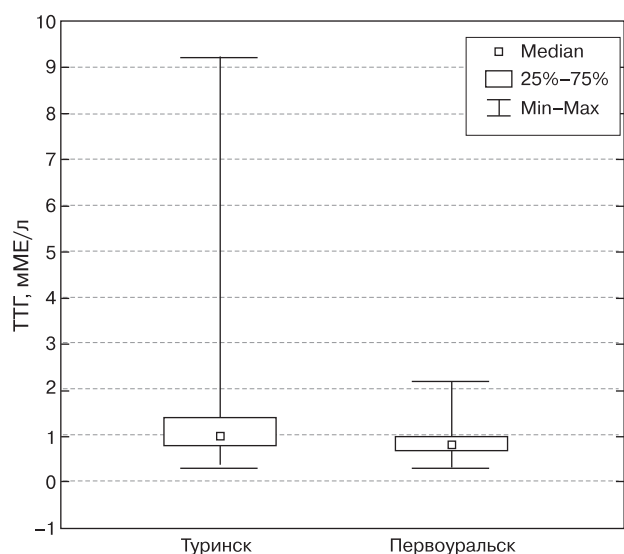
При сравнительном анализе у детей из Туринска были установлены более высокие средние значения уровня ТТГ, чем у детей из Первоуральска (1,0 [0,8; 1,4] мМЕ/л vs 0,8 [0,7; 1,0] мМЕ/л;  $z = 3,35$ ;  $p = 0,001$ ) (табл. 1, рис. 1). В Туринске был также зафиксирован единственный случай субклинического гипотиреоза у ребенка с уровнем ТТГ 9,2 мМЕ/л.

Частота диффузного увеличения ЩЖ по данным УЗИ у детей в Туринске составила 32% и была достоверно выше, чем в контрольной группе детей с нормальным йодным потреблением — 14,4% ( $p < 0,005$ ).

### Показатели функции щитовидной железы и спектр тиреоидной патологии у взрослого населения

У взрослых добровольцев из Туринска по сравнению с испытуемыми из Первоуральска было установлено достоверное повышение среднего уровня ТТГ (3,22 [2,16; 4,36] мМЕ/л vs 1,79 [1,23; 2,98] мМЕ/л;  $z = 5,04$ ;  $p = 0$ ; табл. 2, рис. 2), а также частоты суб-

<sup>1</sup> Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. СанПиН 2.1.4.1074-01.

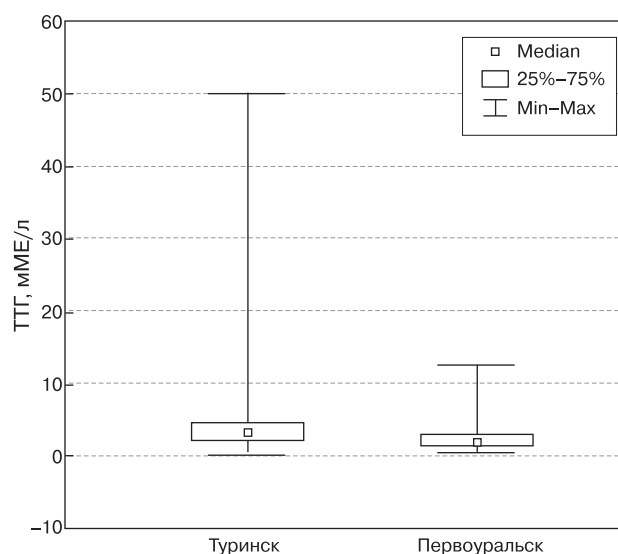


**Рис. 1.** Сравнительный анализ уровня ТТГ между группами детей из городов Туринск и Первоуральск.

клинического гипотиреоза (22% vs 6%;  $p = 0,001$ ) и аутоиммунного тиреоидита (АИТ) (12% vs 3%;  $p = 0,016$ ). Кроме этого, было выявлено по одному случаю явного гипотиреоза в обеих группах и один случай субклинического тиреотоксикоза в Туринске. Группы взрослых испытуемых из обоих городов существенно не различались между собой по объему ЩЖ, уровню и частоте носительства АТ-ТПО и распространенности узловых образований.

### Обсуждение результатов

Хроническое избыточное потребление йода оказывает негативное влияние на функцию ЩЖ у детей и взрослых. Хотя здоровая ЩЖ может адаптироваться к значительным вариациям поступления йода с пищей и водой и регулировать синтез и секрецию гормонов, у лиц со скрытыми тиреоидными расстройствами избыток йода может стать пусковым фактором для развития ее заболеваний. У детей избыточное поступление йода приводит к развитию зоба и нарушению функции ЩЖ, в частности к гипотиреозу. Еще 50 лет тому назад было показано, что у детей из прибрежных районов Японии, где хроническое высокое потребление йода (более 20 мг в день) было обусловлено использованием в питании богатых йодом водорослей, частота видимого зоба составляла 3–9% без признаков клинического гипотиреоза [16]. В двух исследованиях, сопоставимых с настоящим по возрасту детей, медианной концентрации йода в моче и нормативам тиреоидного объема, выполненных в Китае (МЙ – 511 мкг/л) и Алжире (МЙ – 565 мкг/л), частота диффузного зоба была также значительно увеличена: 24,6 и 56,2% соответственно [11, 12].



**Рис. 2.** Сравнительный анализ уровня ТТГ между группами взрослых добровольцев из городов Туринск и Первоуральск.

В доступной литературе нам удалось найти лишь одно крупное эпидемиологическое исследование, в котором оценивалось влияние различного уровня йодного потребления на функцию ЩЖ у 2512 детей в возрасте 6–12 лет из 12 стран мира с различной медианной концентрацией йода в моче (от 16 до 338 мкг/л) [17]. В этом исследовании наиболее высокие значения ТТГ, определенные в той же самой лаборатории, что и в настоящем исследовании, были выявлены в группе детей с МЙ более 300 мкг/л, что соответствует полученным нами результатам. Кроме того, этой же группой авторов была установлена сильная положительная корреляционная связь между концентрацией йода в моче и уровнем ТТГ (чем выше концентрация йода в моче, тем выше уровень ТТГ), что свидетельствует о более выраженном негативном влиянии избыточного йодного потребления (по сравнению с нормальным или недостаточным) на тиреоидную функцию.

В упомянутом выше исследовании [17] также была обнаружена значительно большая частота повышенной концентрации тиреоглобулина в крови у детей с МЙ более 300 мкг/л, но отсутствие существенных различий в частоте гипо- и гипертиреоза. При исследовании детей в Китае, имеющих избыточное потребление йода в связи с высокой его концентрацией в питьевой воде, частота зоба составляла 8% в местностях с концентрацией йода более 150 мкг/л в питьевой воде и МЙ более 300 мкг/л [18]. По данным большого международного исследования детей в возрасте от 6 до 12 лет [14], длительное потребление более 500 мкг йода с пищей или водой также приводило к достоверному увеличению объема ЩЖ по данным УЗИ.

В 5-летнем проспективном исследовании по оценке влияния йодного потребления на распространенность заболеваний ЩЖ в трех провинциях Китая, различных по йодному обеспечению (МЙ — 88; 214 и 634 мкг/л), также была установлена достоверно более высокая частота субклинического гипотиреоза и АИТ в когорте с избыточным потреблением йода по сравнению с когортой с недостатком йода в питании. При этом частота гипертиреоза и узлового зоба существенно не различалась в зависимости от уровня потребления йода [17, 19].

Сходные результаты были получены еще в одном исследовании, проведенном в трех различных по йодному обеспечению областях Китая (МЙ — 750,2; 228,7 и 62,0 мкг/л). Это исследование было сходно с настоящей работой как по дизайну, так и по критериям диагностики тиреоидной патологии. Было показано, что частота субклинического гипотиреоза в группах с избытком и дефицитом йода составляла соответственно 20,1 и 2,3%; АИТ — 8,1 и 2,6%; тиреоидных узлов — 15,5 и 22,2%. Кроме того, средний уровень ТТГ был достоверно выше в группе с избыточным йодным потреблением и положительно коррелировал с концентрацией йода в моче [21]. Указанные клинические результаты были подтверждены и в ряде экспериментальных работ [23, 24]. В частности, было установлено, что длительное избыточное йодное потребление ингибирует активность дейодиназы 2-го типа, экспрессирующейся в гипофизе, тем самым инициируя повышение уровня ТТГ, что может являться одним из возможных механизмов развития йодиндуцированного гипотиреоза, в том числе и субклинического [23]. Также был продемонстрирован возможный запуск аутоиммунных процессов в ЩЖ на фоне хронической избыточной йодной инсталляции [24].

Вместе с тем ни в одном из исследований [17, 19–22] не было выявлено повышения частоты гипертиреоза в областях с хроническим избыточным йодным потреблением, тогда как в регионах, где потребление йода относительно быстро возрастало после периода йодного дефицита, часто регистрировались случаи йодиндуцированного гипертиреоза [6].

Все эти данные указывают на то, что умеренная гиперстимуляция ЩЖ (на которую указывает повышенная концентрация тиреоглобулина в крови) возникает у детей при потреблении более 300 мкг йода в сутки, а увеличение ЩЖ происходит при возрастании потребления йода до 400–500 мкг в день.

Таким образом, настоящее исследование подтвердило негативный эффект хронического избыточного потребления йода на функциональное состояние ЩЖ и частоту тиреоидной патологии как у детей, так и у взрослых. Причиной избыточного потребления

йода являлось многократное превышение ПДК по йоду в водопроводной воде в Туринске. Учитывая то, что альтернативные источники водоснабжения (индивидуальные скважины) имеет лишь малая часть населения этого города, необходимо принять меры по недопущению попадания богатых йодом минеральных вод из источника в реку Туру и тем самым устранить источник контаминации. Эти меры выйдут за рамки чисто медицинских мероприятий и требуют решения на уровне руководства области.

## Выводы

Установлено хроническое избыточное потребление йода с контаминированной водопроводной водой (четырёхкратное превышение ПДК по йоду) у жителей г. Туринска Свердловской области.

У детей в Туринске хронический избыток йода в питании приводил к достоверному повышению уровня ТТГ в крови и двукратному увеличению частоты зоба по сравнению со сверстниками в Первоуральске, имеющими адекватный уровень потребления йода.

У взрослых жителей Туринска на фоне хронического избыточного потребления йода частота субклинического гипотиреоза и аутоиммунного тиреоидита была примерно в 4 раза выше, чем у жителей Первоуральска.

## Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование выполнено по поручению и при поддержке министра здравоохранения Свердловской области А.Р. Белявского; при организационной поддержке главного врача ГБУЗ СО “ОДКБ №1” г. Екатеринбурга С.Н. Боярского, а также при финансовой поддержке компании “Такеда-Никомед” в рамках международного проекта “Тиромобиль”.

## Благодарности

Авторы признательны профессору М. Циммерману (Отдел питания, Швейцарский институт технологии, Цюрих) за помощь при лабораторном определении йода в питьевой воде и уровня ТТГ в “сухом пятне” у детей из Туринска и Первоуральска.

## Список литературы

1. Свириденко Н.Ю. Йоддефицитные заболевания. Эпидемиология, диагностика, профилактика и лечение: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. — М., 1999. [Sviridenko NY. Iodine deficiency diseases. *Epidemiology, diagnosis, prophylactics and treatment*. [The thesis abstract] Moscow; 1996. (In Russ).]
2. Герасимов Г.А., Фадеев В.В., Свириденко Н.Ю., Мельниченко Г.А., Дедов И.И. Йоддефицитные заболевания в России. — М.: Адамант; 2002. [Gerasimov GA, Fadeyev VV,

- Sviridenko NY, Mel'nichenko GA, Dedov II. Iodine deficiency diseases in Russia. Moscow: Adamant; 2002. (In Russ.)]
3. Платонова Н.М. Йододефицитные заболевания профилактика, диагностика, лечение и мониторинг: автореф. дис. ... докт. мед. наук. — М., 2010. [Platonova NM. *Iodine deficiency diseases (prophylactics, diagnosis, treatment and monitoring)* [the dissertation abstract]. Moscow; 2010. (In Russ.)]
  4. Йододефицитные заболевания в Российской Федерации: время принятия решений / Под ред. Дедова И.И., Мельниченко Г.А. — М.: Конти принт; 2012. [Dedov II, Mel'nichenko GA, editors. *Yododefitsimnye zabolevaniya v Rossiyskoy Federatsii: vremya prinyatiya resheniy*. Moscow: Konti print, 2012. (In Russ.)]
  5. Кияев А.В. Заболевания щитовидной железы у детей и подростков в йододефицитном регионе (эпидемиология, дифференциальная диагностика, терапевтическая тактика): Автореф. дис. ... докт. мед. наук. — М., 2008. — 46 с. [Kiyayev AV. *Zabolevaniya shchitovidnoy zhelezy u detey i podrostkov v yododefitsimnom regione (epidemiologiya, differentsial'naya diagnostika, terapevticheskaya taktika)*. [the dissertation abstract] Moscow; 2008. (In Russ.)]
  6. Zimmermann M, Boelaert K. Iodine deficiency and thyroid disorders. *The Lancet Diabetes & Endocrinol*. 2015;3(4):286-295. doi: 10.1016/S2213-8587(14)70225-6.
  7. Zimmermann MB. Iodine deficiency and excess in children: worldwide status in 2013. *Endocr Pract*. 2013;19(5):839-846. doi: 10.4158/EP13180.RA.
  8. Zhao J, Chen Z, Maberly G. Iodine-rich drinking water of natural origin in China. *Lancet*. 1998;352(9145):2024. doi: 10.1016/S0140-6736(05)61375-X.
  9. Shen H, Liu S, Sun D, et al. Geographical distribution of drinking-water with high iodine level and association between high iodine level in drinking-water and goitre: a Chinese national investigation. *Br J Nutr*. 2011;106(2):243-247. doi: 10.1017/S0007114511000055.
  10. Lv S, Zhao J, Xu D, et al. An epidemiological survey of children's iodine nutrition and goitre status in regions with mildly excessive iodine in drinking water in Hebei Province, China. *Public Health Nutr*. 2012;15(7):1168-1173. doi: 10.1017/S1368980012000146.
  11. Lv S, Xu D, Wang Y, et al. Goitre prevalence and epidemiological features in children living in areas with mildly excessive iodine in drinking-water. *Br J Nutr*. 2014;111:86-92. doi: 10.1017/S0007114513001906.
  12. Henjum S, Barikmo I, Gjerlaug AK, et al. Endemic goitre and excessive iodine in urine and drinking water among Saharawi refugee children. *Public Health Nutr*. 2010;13(9):1472-1477. doi: 10.1017/S1368980010000650.
  13. Zimmermann MB, Aeberli I, Andersson M, et al. Thyroglobulin is a sensitive measure of both deficient and excess iodine intakes in children and indicates no adverse effects on thyroid function in the UIC range of 100-299 µg/L: a UNICEF/ICCIDD study group report. *J Clin Endocrinol Metab*. 2013;98(3):1271-80. doi: 10.1210/jc.2012-3952.
  14. Zimmermann MB, Ito Y, Hess SY, et al. High thyroid volume in children with excess dietary iodine intakes. *Am J Clin Nutr*. 2005;81(4):840-844.
  15. Zimmermann MB, Hess SY, Molinari L, et al. New reference values for thyroid volume by ultrasound in iodine-sufficient schoolchildren: a World Health Organization/Nutrition for Health and Development Iodine Deficiency Study Group Report. *Am J Clin Nutr*. 2004;79(2):231-237.
  16. Suzuki H, Higuchi T, Sawa K, et al. "Endemic coast goiter" in Hokkaido, Japan. *Acta Endocrinol (Copenh)*. 1965; 50(2):161-176.
  17. Yu X, Fan C, Shan Z, et al. A five-year follow-up study of goiter and thyroid nodules in three regions with different iodine intakes in China. *J Endocrinol Invest*. 2014;31(3):243-250. doi: 10.1007/bf03345597.
  18. Li WH, Dong BS, Li P, Li YF. Benefits and risks from the national strategy for improvement of iodine nutrition: a community-based epidemiological survey in Chinese schoolchildren. *Nutrition*. 2012;28(11-12):1142-1145. doi: 10.1016/j.nut.2012.04.014.
  19. Teng W, Shan Z, Teng X, et al. Effect of iodine intake on thyroid diseases in China. *N Engl J Med*. 2006; 354(26):2783-2793. doi: 10.1056/NEJMoa054022.
  20. Yang F, Shan Z, Teng X, et al. Chronic iodine excess does not increase the incidence of hyperthyroidism: a prospective community-based epidemiological survey in China. *Eur J Endocrinol*. 2007;156(4):403-408. doi: 10.1530/EJE-06-0651.
  21. Du Y, Gao Y, Meng F, et al. Iodine deficiency and excess coexist in China and induce thyroid dysfunction and disease: a cross-sectional study. *PLoS One*. 2014;9(11):e111937. doi: 10.1371/journal.pone.0111937.
  22. Sun X, Shan Z, Teng W. Effects of increased iodine intake on thyroid disorders. *Endocrinol Metab (Seoul)*. 2014;29(3):240-247. doi: 10.3803/EnM.2014.29.3.240.
  23. Li N, Jiang Y, Shan Z, Teng W. Prolonged high iodine intake is associated with inhibition of type 2 deiodinase activity in pituitary and elevation of serum thyrotropin levels. *Br J Nutr*. 2012;107(5): 674-682. doi: 10.1017/S0007114511003552.
  24. Teng X, Shan Z, Teng W, et al. Experimental study on the effects of chronic iodine excess on thyroid function, structure, and autoimmunity in autoimmune-prone NOD.H-2h4 mice. *Clin Exp Med*. 2009;9(1):51-59. doi: 10.1007/s10238-008-0014-0.

**Кияев Алексей Васильевич** — д.м.н., доцент кафедры педиатрии и неонатологии ФПК и ПП ГБОУ ВПО "Уральский государственный медицинский университет" МЗ РФ; главный внештатный специалист Министерства здравоохранения Свердловской области — детский эндокринолог, Екатеринбург, Россия. **Платонова Надежда Михайловна** — д.м.н., главный научный сотрудник ФГБУ "Эндокринологический научный центр" МЗ РФ, Москва, Россия. **Абдулхабирова Фатима Магомедовна** — к.м.н., ведущий научный сотрудник ФГБУ "Эндокринологический научный центр" МЗ РФ, Москва, Россия. **Трошина Екатерина Анатольевна** — д.м.н., профессор, заведующая отделением терапии с группой ожирения ФГБУ "Эндокринологический научный центр" МЗ РФ, Москва, Россия. **Герасимов Григорий Анатольевич** — д.м.н., профессор, региональный координатор Iodine Global Network по странам Восточной Европы и Центральной Азии, Москва, Россия.

Для корреспонденции: Кияев Алексей Васильевич — thyroend@mail.ru