

ЙОД-ОГРАНИЧЕННАЯ ДИЕТА ПЕРЕД ТЕРАПИЕЙ РАДИОАКТИВНЫМ ЙОДОМ — НАЗНАЧАТЬ ИЛИ НЕ НАЗНАЧАТЬ



© А.Р. Гусельникова, М.О. Корчагина*, М.С. Шеремета

Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии, Москва, Россия

Йод — важнейший микроэлемент в организме человека. Его основная функция — участие в синтезе гормонов щитовидной железы, тироксина (Т4) и трийодтиронина (Т3). Главный источник йода для организма человека — богатая этим микроэлементом пища. Содержание йода в продуктах питания сильно варьирует. В высокой концентрации йод содержится в морепродуктах, йодированной соли, молочных продуктах, яичных желтках. Кроме того, йод содержится в ряде лекарственных препаратов для наружного и внутреннего применения, биологически активных добавках, а также в йод-содержащих контрастных веществах.

Диета с низким содержанием йода (менее 50 мкг в сутки) назначается перед проведением терапии радиоактивным йодом (РЙТ) по поводу заболеваний щитовидной железы, а именно тиреотоксикоза и дифференцированного рака щитовидной железы. В настоящее время не существует единого мнения относительно клинической пользы такой диеты, особенно в странах с низким потреблением йода, таких как Россия.

Цель настоящего обзора — оценить необходимость и оптимальную продолжительность йод-ограниченной диеты, а также определить клинические характеристики, влияющие на результат РЙТ, основываясь на данных последних исследований.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: йод; йод-ограниченная диета; экскреция йода с мочой; терапия радиоактивным йодом; дифференцированный рак щитовидной железы; тиреотоксикоз.

LOW-IODINE DIET BEFORE RADIOACTIVE IODINE THERAPY — TO PRESCRIBE OR NOT TO PRESCRIBE

© Anastasia R. Guselnikova, Maria O. Korchagina*, Marina S. Sheremeta

Endocrinology Research Centre, Moscow, Russia

Iodine is the most important trace element in the human body. Its main function is to participate in the synthesis of thyroid hormones, thyroxine (T4) and triiodothyronine (T3). The main source of iodine for humans is food rich in this trace element. The iodine content in foods varies greatly. The main sources of iodine are seafood, iodized salt, seaweed, as well as dairy products and egg yolks. In addition, iodine is found in a number of drugs for external and internal use, dietary supplements, and in iodinated contrast agents.

Low-iodine diet (less than 50 µg per day) is prescribed before radioactive iodine therapy (RAIT) for thyroid disease, namely hyperthyroidism and differentiated thyroid cancer. Currently, there is no consensus on the clinical benefits of such a diet, especially in countries with iodine deficiency, such as Russia.

The aim of this review is to assess the need for a low-iodine diet and its optimal duration, as well as to determine the clinical characteristics affecting the outcome of RAIT, based on data from recent studies.

KEYWORDS: iodine; low-iodine diet; urinary iodine excretion; radioactive iodine therapy; differentiated thyroid cancer; hyperthyroidism.

ВВЕДЕНИЕ

Йод — эссенциальный микроэлемент, который необходим для синтеза гормонов щитовидной железы (ЩЖ). Основным источником йода служит богатая данным микроэлементом пища. Попадая в организм, йод всасывается в желудке и двенадцатиперстной кишке в виде неорганического йодида и далее поступает в общий кровоток. Большая его часть выводится из внеклеточной жидкости почками и ЩЖ. Здоровая ЩЖ обладает уникальной способностью поглощать как стабильный, так и радиоактивный йод благодаря наличию специфического белка-переносчика, Na⁺/I⁻ симпортера (НИС), который располагается на базолатеральной мембране

тиреоцита и обеспечивает активный транспорт йодида в ЩЖ [1, 2].

После поступления в организм с пищей йод в виде йодида всасывается в ЖКТ и поступает в общий внеклеточный пул йода. Примерно одна пятая его часть захватывается ЩЖ, а остальная быстро выводится почками, ЖКТ, некоторыми экзокринными железами (слюнными, молочными, потовыми). Около 70–80% йода в организме содержится в ЩЖ, где он используется для синтеза Т3 и Т4. Йод, высвобожденный в ходе метаболизма йодтиронинов в печени и периферических тканях, возвращается во внеклеточный пул йода (рис. 1).

Диета с низким содержанием йода (йод-ограниченная диета) рекомендуется пациентам, направленным на терапию радиоактивным йодом (РЙТ)

*Автор, ответственный за переписку/Corresponding author.



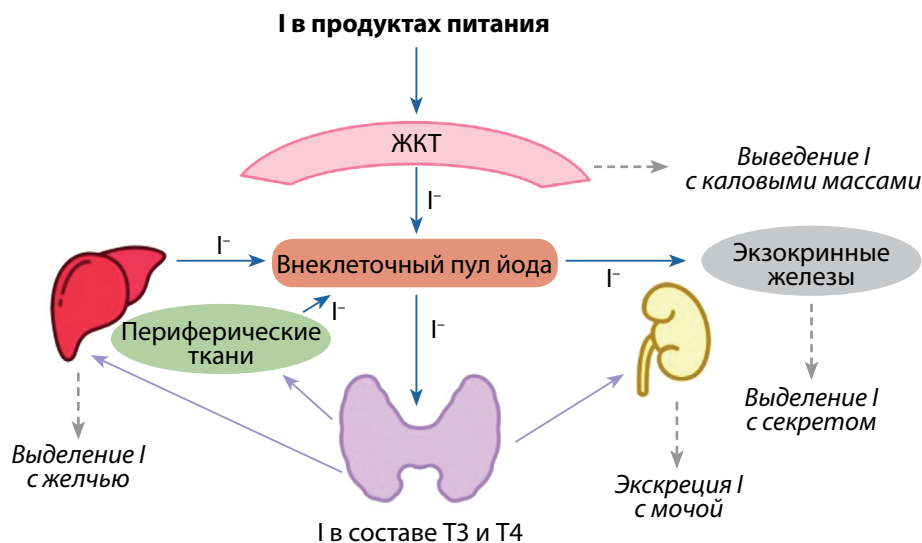


Рисунок 1. Метаболизм йода в организме человека.

Синими стрелками показан метаболизм неорганического йодида в организме, фиолетовыми — метаболизм гормонов щитовидной железы, серыми пунктирными — выведение йодида из организма.

по поводу доброкачественных заболеваний щитовидной железы (ДЗЩЖ) и дифференцированного рака щитовидной железы (ДРЩЖ). Йод-ограниченная диета подразумевает, что поступление йода в организм не должно превышать 50 мкг в сутки. Пациентам рекомендуют исключить йод-содержащие препараты, витамины и биологически активные добавки, убрать из рациона питания йодированную и морскую соль, морепродукты, молочные продукты, яичные желтки, богатые йодом ягоды, фрукты и овощи, мясные полуфабрикаты. В настоящее время единого мнения о необходимости диеты со сниженным содержанием йода, о ее характере и оптимальной продолжительности при подготовке к РИТ не существует.

ЙОДНАЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ

Российская Федерация (РФ) — регион йодного дефицита, медианная концентрация йода в моче составляет менее 100 мкг/л при норме 100–300 мкг/л [3]. Большинство людей на территории РФ проживают в условиях легкого или умеренного йодного дефицита [4, 5].

Почками выводится 80–90% поступившего в организм йода, поэтому диагностическими тестами, которые используют для оценки обеспеченности организма йодом, является определение экскреции йода с мочой [6, 7]. Когда поступление йода в организм снижается, увеличивается его поглощение ЩЖ и уменьшается его экскреция с мочой.

Экскреция йода с мочой — основной эпидемиологический показатель, характеризующий йодную обеспеченность региона. Оценка потребления йода населением основана на получении медианной концентрации йода в моче у детей школьного возраста. Значения концентрации йода в моче менее 100 мкг/л соответствуют йодному дефициту [8]. Для определения йода в моче используют ряд микрометодов, например, микропланшетный метод [9]. Другой способ определения йода — исследование данного микроэлемента в сыворотке крови или в моче при помощи масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) [10].

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЙОДА В МОЧЕ

Измерение общего йода в моче микропланшетным методом заключается в определении йода в моче с помощью фотометрии реакционной среды за конкретный интервал времени [11].

Принцип метода основан на каталитическом действии микроколичеств йодид-иона на процесс восстановления тетрааммония церия (IV) трехвалентным мышьяком (III) в кислой среде (реакция Санделла–Кольхоффа или церий-арсенитная) [12]. Скорость уменьшения интенсивности окраски раствора церия (IV) зависит от содержания йода и измеряется фотометрически при длине волны 405 нм. На данный момент существуют вариации определения йодидов на основе церий-арсенитной реакции, различающиеся между собой пробоподготовкой.

Технически сложная масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой является наиболее точным методом для измерения содержания йода в моче. ИСП-МС основан на введении образца в высокотемпературный источник индуктивно-связанной плазмы для перевода в аэрозоль с последующей транспортировкой потоком аргона в плазму, это ведет к изменению состава аэрозоля по сравнению с составом исходного раствора. Степень изменения концентраций элементов в аэрозоле может зависеть от размера частиц и меняться от содержания кислот. При попадании пробы в виде аэрозоля капли, содержащие основу пробы, переводятся в газовую фазу. При дальнейшей транспортировке атомов через плазму происходит поглощение энергии из плазмы, приводящее к формированию преимущественно однозарядных ионов. Ионы и неионизированное вещество попадают в систему регистрации ионов.

ЙОД-ОГРАНИЧЕННАЯ ДИЕТА ПЕРЕД РИТ ПО ПОВОДУ ДЗЩЖ

На фоне 1–2 недель йод-ограниченной диеты происходит снижение экскреции йода с мочой до уровней, соответствующих дефициту потребления йода. Соблюдение йод-ограниченной диеты перед проведением

РЙТ по поводу ДЗЩЖ, включая болезнь Грейвса (БГ), узловой/многоузловой токсический зоб или нетоксический зоб, не прописано в настоящих рекомендациях [8, 13, 14]. Исследования, направленные на изучение необходимости диеты с низким содержанием йода перед РЙТ по поводу ДЗЩЖ, немногочисленны. Степень влияния высокого уровня йода на эффективность РЙТ в случае тиреотоксикоза и нетоксического зоба остается под вопросом [15].

В ходе работы Santarosa V.A. и соавт. было установлено, что несоблюдение диеты пациентами с БГ приводило к показателям экскреции йода с мочой, соответствующим уровням достаточного потребления йода или даже умеренного его избытка, однако это никак не повлияло на эффективность РЙТ [16]. Другие наблюдения были получены Reiko Tsuruhara и соавт.: у пациентов, соблюдающих йод-ограниченную диету в течение 7 дней до РЙТ, снизился уровень экскреции йода с мочой. На этом фоне повысилось поглощение ^{131}I независимо от объема ЩЖ, ее функциональной активности и уровня антител к рецептору тиреотропного гормона (АТ-рТТГ). Отношение йод/креатинин <100 мкг/г коррелировало с более высоким захватом радиоактивного йода ЩЖ на 24 ч, чем отношение йод/креатинин ≥ 100 мкг/г. Авторами был сделан вывод, что следует рекомендовать йод-ограниченную диету пациентам с тиреотоксикозом для повышения эффективности РЙТ [17]. В исследовании Meller B и соавт. было выявлено, что экскреция йода с мочой обратно коррелирует с захватом ^{131}I ЩЖ у пациентов с токсическим зобом — увеличение экскреции йода в 2 раза соответствует снижению захвата ^{131}I тиреоцитами на 25% [18].

В случае тиреотоксикоза, вызванного амиодароном, или у тех, кто получает соединения, содержащие йод, включая введение рентгеноконтрастных йод-содержащих веществ, РЙТ может быть назначена в среднем не ранее чем через 6 месяцев, при этом определение уровня экскреции йода с мочой может использоваться для оценки индивидуальной йодной обеспеченности [12].

ЙОД-ОГРАНИЧЕННАЯ ДИЕТА ПЕРЕД РЙТ ПО ПОВОДУ ДРЩЖ

На ДРЩЖ приходится 95% случаев рака ЩЖ. Первый этап лечения ДРЩЖ — хирургическое вмешательство, за которым по показаниям (пациенты группы промежуточного и высокого рисков рецидива ДРЩЖ) может следовать РЙТ [19].

Известно, что при ДРЩЖ экспрессия НИС снижена, соответственно поглощение ^{131}I также ниже, чем в случае здоровой ЩЖ [20, 21]. Экспрессия НИС в ЩЖ в основном регулируется тиреотропным гормоном (ТТГ). Связывание ТТГ со своим рецептором активирует транскрипцию *NIS* и контролирует транслокацию и удержание НИС на плазматической мембране, что увеличивает поглощение йодида [22]. Поэтому в настоящее время подготовка к РЙТ включает достижение уровня ТТГ более 30 мЕД/л с целью повышения эффективности РЙТ. Повышение уровня ТТГ может быть достигнуто путем отмены тиреоидных гормонов либо с помощью введения рекомбинантного человеческого ТТГ (рчТТГ). Кроме повышения уровня ТТГ для увеличения поглощения ^{131}I может рекомендоваться диета с низким содержанием йода, поскольку снижение

концентрации йода в плазме на фоне йод-ограниченной диеты повышает экспрессию НИС, что в свою очередь положительно влияет на захват ^{131}I тиреоцитами [23].

Высокая индивидуальная йодная обеспеченность может препятствовать поглощению ^{131}I , поэтому рекомендуется избегать воздействия йод-содержащих контрастных веществ и приема лекарственных препаратов или биологически активных добавок с содержанием йода. Также большинство современных рекомендаций предлагают исключить продукты питания, богатые йодом, в течение 1–2 недель перед РЙТ для повышения ее эффективности пациентов с ДРЩЖ [24–26]. Соблюдение такой диеты особенно важно для тех, кто проживает в регионах с избытком йода, но ее целесообразность в ином случае остается под вопросом [27].

В ряде работ оценка обеспеченности йодом (определение концентрации йода в моче) использовалась для анализа ее связи с успехом РЙТ. Так, в ходе исследования Li JH и соавт. 24-часовая экскреция йода с мочой до лечения менее 100 мкг/л, и/или отношение йод/креатинин в моче менее 100 мкг/г соответствовали адекватной подготовке к РЙТ [23]. Предлагается использовать данные значения в качестве критериев адекватной подготовки к РЙТ на основе установленного уровня дефицита йода [25, 28, 29]. По результатам исследования Kim HK и соавт., были определены более низкие показатели — 24-часовая экскреция йода с мочой <50 мкг/л и/или отношение йод/креатинин в моче $<66,2$ мкг/г [30], а по результатам работы Lee M. и соавт. — отношение йод/креатинин в моче <50 мкг/г считалось значением, гарантирующим эффективность РЙТ [27].

В ретроспективном исследовании Pluijmen MJ и соавт. оценивалась разница в йодной обеспеченности, поглощении ^{131}I остаточной тиреоидной тканью и эффективности аблации через 6 мес после терапии в зависимости от соблюдения/несоблюдения пациентами йод-ограниченной диеты. В группе пациентов, соблюдающих йод-ограниченную диету, 24-часовая экскреция йода с мочой снизилась до 26,6 мкг по сравнению с 158,8 мкг в группе, не придерживающейся диеты. Поглощение радиоактивного йода остаточной тиреоидной тканью увеличилось на 65% ($P<0,001$) в случае соблюдения диеты. Успех аблации спустя 6 мес после введения терапевтической активности ^{131}I в группе, соблюдающей йод-ограниченную диету, составил 65% по сравнению с 48% в группе, ее не придерживающейся ($P<0,001$) [31].

В исследовании, проведенном в Южной Корее Sohn SY и соавт., было выявлено, что только избыточное потребление йода с отношением йод/креатинин в моче >250 мкг/г было связано с низкой эффективностью РЙТ [32].

Напротив, работа Tala Jury HP и соавт. демонстрирует отсутствие связи между экскрецией йода с мочой и исходом РЙТ — было клинически подтверждено, что содержание йода в организме не является предиктором успешной аблации остаточной тиреоидной ткани [33]. В данном исследовании пациентам было рекомендовано отказаться только от йодсодержащих добавок и лекарств, а не придерживаться строгого протокола йод-ограниченной диеты. В итоге средний уровень экскреции йода с мочой в группе пациентов с ДРЩЖ на момент аблации ^{131}I составил 132 ± 160 мкг/л.

В ретроспективном исследовании Yoo ID и соавт. не было обнаружено разницы в зависимости от строгости йод-ограниченной диеты. Пациенты, соблюдающие менее строгую диету, ограничивали употребление морепродуктов, йодированной соли, яичных желтков, молочных продуктов, мясных полуфабрикатов, готовых блюд быстрого приготовления и исключали поливитамины. В группе пациентов, соблюдающих очень строгую диету, дополнительно исключались рис, пресноводная рыба, шпинат и соевые продукты. По результатам исследования, процент успешной аблации у пациентов, соблюдающих менее строгую диету, составил 80,3%, а при очень строгой — 75,6%, что показало отсутствие статистически значимой разницы между группами ($p=0,48$) [34].

ЙОД-ОГРАНИЧЕННАЯ ДИЕТА В КЛИНИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЯХ ПО ДРЩЖ

В рекомендациях Европейской ассоциации ядерной медицины (EANM) 2008 г. по РИТ ДРЩЖ было указано ограничить употребление йода до <50 мкг/день и отложить аблацию ^{131}I в случае, если уровень экскреции йода с мочой составляет более 150–200 мкг/л. Кроме того, рекомендовано отложить РИТ как минимум на 3 мес после введения йодсодержащих контрастных веществ или в случае приема амиодарона [35]. Американская тиреодная ассоциация (ATA) также советует ограничить потребление йода до <50 мкг в день за 1–2 нед до проведения терапии [25]. Британские рекомендации не содержат подробностей об уровне ограничения йода, указывая на то, что данные ограничения могут быть неактуальны для Великобритании как страны с йододефицитом [24]. В итальянских рекомендациях не советуют придерживаться йод-ограниченной диеты перед проведением аблации радиоактивным йодом [36]. В них указано, что средний уровень содержания йода в моче в Италии такой же низкий, как и в странах с умеренным дефицитом йода, поэтому нет оснований для ограничения в потреблении продуктов питания, но обязательным является отказ от йодсодержащих препаратов и контрастных веществ.

В рекомендациях Общества ядерной медицины и молекулярной визуализации (SNMMI) и Европейской ассоциации ядерной медицины (EANM) 2022 г. рекомендуется избегать йодсодержащих препаратов и дополнительно предлагают назначать йод-ограниченную диету на 1–2 нед до планируемой РИТ, чтобы увеличить поглощение ^{131}I остаточной тиреодной тканью [37].

В 2022 году Европейская тиреодная ассоциация (ETA) также выпустила консенсусное заявление «Каковы показания к послеоперационной радиоiodотерапии при дифференцированном раке щитовидной железы?», в котором отмечалась необходимость избегать йодсодержащих препаратов, а также сообщалось, что йод-ограниченная диета может быть назначена, но ее польза клинически не доказана [38].

ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ЙОД-ОГРАНИЧЕННОЙ ДИЕТЫ

Изначально рекомендованная длительность йод-ограниченной диеты составляла не менее 2–3 недель. Однако в недавнее время было установлено, что

строгая диета с низким содержанием йода в течение одной недели является достаточной для достижения целевых значений экскреции йода с мочой даже в богатых йодом регионах [27–29, 39]. Не было разницы ни в эффективности аблации ^{131}I , ни в показателях экскреции йода с мочой у пациентов, соблюдающих йод-ограниченную диету в течение 1 или 2 недель [27].

Исследование Dekker B.L. и соавт. об оптимальной длительности йод-ограниченной диеты перед РИТ по поводу ДРЩЖ показало, что нет разницы между соблюдением диеты в течение 4 и 7 дней. Медиана 24-часовой экскреции йода с мочой существенно не отличалась, поэтому возможно сократить длительность диеты с низким содержанием йода с 7 до 4 дней [40].

РИСКИ, СВЯЗАННЫЕ С ЙОД-ОГРАНИЧЕННОЙ ДИЕТОЙ

Вопрос о том, если ли польза в соблюдении йод-ограниченной диеты перед РИТ по поводу заболеваний ЩЖ, особенно в случае проживания пациентов в йододефицитном регионе, остается открытым, поскольку большинство исследований имеют противоречивые результаты.

Соблюдение йод-ограниченной диеты подразумевает исключение из рациона продуктов, которые пациент привык употреблять ежедневно. Это, в свою очередь, может быть сопряжено со стрессом, поскольку пациенты испытывают неудобства из-за накладываемых ограничений в еде и нередко не знают, сколько пищи они могут съесть [41]. Йод-ограниченная диета может стать особенно непростой для пациентов с ДРЩЖ, которым в качестве метода подготовки к РИТ отменяется терапия тиреодными гормонами. Кроме того, минимизация потребления йода также затрудняет достижение сбалансированной диеты, что крайне важно для пациентов с раком ЩЖ.

Не рекомендуется ограничивать употребление йодированной соли, чтобы избежать гипонатриемии. Гипонатриемия может стать потенциальным побочным эффектом, связанным с йод-ограниченной диетой, и возникает во время диеты и через несколько дней после ее завершения [23, 42, 43]. Общая частота гипонатриемии невелика, среди возможных факторов риска развития осложнения — пожилой возраст, женский пол, прием тиазидных диуретиков, пролонгирование йод-ограниченной диеты, длительное состояние гипотиреоза, а также наличие множественных метастазов, что может способствовать развитию синдрома неадекватной секреции антидиуретического гормона [42]. В случае отнесения пациента к высокой группе риска развития гипонатриемии может быть полезен мониторинг уровня натрия в сыворотке крови.

Стоит отметить, что снижение экскреции йода приводит к повышению концентрации ^{131}I в крови и увеличению облучения всего тела [44]. Это, в свою очередь, может влиять на частоту развития вторичных осложнений после РИТ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время отмена препаратов, содержащих йод, а также исключение процедур с йод-содержащими

контрастными веществами является обязательным условием для пациентов, которым планируется проведение РИТ.

Соблюдение йод-ограниченной диеты в течение 1–2 нед до РИТ прописано во многих рекомендациях. Выявлено, что такая диета снижает йодную обеспеченность организма, которая оценивается путем определения экскреции йода с мочой. Однако нет точных данных, подтверждающих, что йод-ограниченная диета влияет на успех РИТ.

В странах, богатых йодом, назначение йод-ограниченной диеты пациентам за 1–2 нед до РИТ по поводу ДРЩЖ может быть оправданным. Россия относится к странам йодного дефицита, средний уровень йода, потребляемый россиянином в сутки, составляет 80 мкг (при норме 150–200 мкг). Йод-ограниченная диета подразумевает, что в день пациент должен потреблять менее 50 мкг йода, что, по сути, не сильно отличается от содержания йода в обычном ежедневном рационе.

Мы предполагаем, что соблюдение йод-ограниченной диеты перед проведением РИТ в России не является обязательным, так как эта мера не будет влиять на результаты терапии. Для подтверждения этого необходимы дальнейшие исследования, по результатам которых будет возможно провести гармонизацию российских клинических рекомендаций.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источники финансирования. Исследование выполнено в рамках государственного задания № 123021000041-6.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.

Участие авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы внесли равный вклад в подготовку статьи и одобрили ее окончательный вариант.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

- Portulano C, Paroder-Belenitsky M, Carrasco N. The Na⁺/I[−] Symporter (NIS): Mechanism and Medical Impact. *Endocr Rev*. 2014;35(1):106–149. doi: <https://doi.org/10.1210/er.2012-1036>
- Knust KS, Leung AM. Iodine. In: *Molecular, Genetic, and Nutritional Aspects of Major and Trace Minerals*. Vol 35. Elsevier; 2017. P. 133–141. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802168-2.00011-7>
- Iodine Global Network [Internet]. Iodine status by region: Eastern Europe & Central Asia–Russia [Cited 2023 Feb 14]. Available from: <https://www.ign.org/russia.htm>
- Алферова В.И., Мустафина С.В., Рымар О.Д. Йодная обеспеченность в России и мире: что мы имеем на 2019 год? // *Клиническая и экспериментальная тиреология*. — 2019. — Т. 15. — №2. — С. 73–82. [Alferova VI, Mustafina SV, Rymar OD. Iodine status of the population in Russia and the world: what do we have for 2019? *Clinical and experimental thyroidology*. 2019;15(2):73–82. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.14341/ket10353>
- Трошина Е.А., Рыбакова А.А., Куцев С.И., и др. Информативность эпидемиологических показателей в оценке йодной обеспеченности населения (на примере регионов Российской Федерации) // *Архивъ внутренней медицины*. — 2019. — Т. 9. — №5. — С. 367–372. [Troshina EA, Rybakova AA, Kutsev SI, et al. Epidemiological indicator value in the iodine availability assessment — evidence from the regions of the Russian Federation. *The Russian Archives of Internal Medicine*. 2019;9(5):367–372. (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2019-9-5-367-372>
- Zimmermann MB, Andersson M. Update on iodine status worldwide. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2012;19(5):382–387. doi: <https://doi.org/10.1097/MED.0b013e328357271a>
- Knudsen N, Christiansen E, Brandt-Christensen M, et al. Age- and sex-adjusted iodine/creatinine ratio. A new standard in epidemiological surveys? Evaluation of three different estimates of iodine excretion based on casual urine samples and comparison to 24 h values. *Eur J Clin Nutr*. 2000;54(4):361–363. doi: <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1600935>
- Абдулхабилова Ф.М., Безлепкина О.Б., Бровин Д.Н., и др. Клинические рекомендации «Заболевания и состояния, связанные с дефицитом йода» // *Проблемы Эндокринологии*. — 2021. — Т. 67. — №3. — С. 10–25. [Abdulkhabirova FM, Bezlepikina OB, Brovin DN, et al. Clinical practice guidelines "Management of iodine deficiency disorders". *Problems of Endocrinology*. 2021;67(3):10–25. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.14341/probl12750>
- Portulano C, Paroder-Belenitsky M, Carrasco N. The Na⁺/I[−] Symporter (NIS): Mechanism and Medical Impact. *Endocr Rev*. 2014;35(1):106–149. doi: <https://doi.org/10.1210/er.2012-1036>
- Caldwell KL, Maxwell CB, Makhmudov A, et al. Use of inductively coupled plasma mass spectrometry to measure urinary iodine in NHANES 2000: Comparison with previous method. *Clin Chem*. 2003;49(6):1019–1021. doi: <https://doi.org/10.1373/49.6.1019>
- Арбузова М.И., Махмудов А.А., Герасимов Г.А., и др. Микрометод определения йода в моче // *Клиническая и экспериментальная тиреология*. — 2007. — Т. 3. — №2. — С. 15–18. [Arbuzova MI, Makhmudov AA, Gerasimov GA, et al. Micromethod of iodine measurement in urine. *Clinical and experimental thyroidology*. 2007;3(2):15–18. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.14341/ket20073215-18>
- Sandell EB, Kolthoff IM. Micro determination of iodine by a catalytic method. *Mikrochim Acta*. 1937;1(1):9–25. doi: <https://doi.org/10.1007/BF01476194>
- Stokkel MP, Handkiewicz Junak D, Lassmann M, et al. EANM procedure guidelines for therapy of benign thyroid disease. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2010;37(11):2218–2228. doi: <https://doi.org/10.1007/s00259-010-1536-8>
- Трошина Е.А., Свириденко Н.Ю., Беловалова И.М., и др. Клинические рекомендации по диагностике и лечению тиреотоксикоза с диффузным зобом (болезнь Грейвса), узловым/многоузловым зобом. — М.: Российская ассоциация эндокринологов; 2021. [Troshina EA, Sviridenko NYu, Belovalova IM, et al. *The federal clinical recommendations on diagnostics and treatment of thyrotoxicosis with diffuse goiter (Graves' disease), nodular/multinodular goiter*. Moscow: Rossiiskaia assotsiatsiia endokrinologov; 2021. (In Russ.)].
- Bonnema SJ, Hegedüs L. Radioiodine therapy in benign thyroid diseases: effects, side effects, and factors affecting therapeutic outcome. *Endocr Rev*. 2012;33(6):920–980. doi: <https://doi.org/10.1210/er.2012-1030>
- Santarosa VA, Orlandi DM, Fiorin LB, et al. Low iodine diet does not improve the efficacy of radioiodine for the treatment of Graves' disease. *Arch Endocrinol Metab*. 2015;59(6):501–506. doi: <https://doi.org/10.1590/2359-39970000000082>
- Tsuruhara R, Tamura M, Nakada K, et al. Does low iodine diet improve radioiodine uptake in hyperthyroidism? *Journal of Nuclear Medicine*. 2013;54(S2):41.
- Meller B, Haase A, Seyfarth M, et al. Reduced radioiodine uptake at increased iodine intake and I¹³¹I-induced release of "cold" iodine stored in the thyroid. *Nuklearmedizin*. 2005;44(4):137–142. doi: <https://doi.org/10.1055/s-0038-1625756>
- Бельцевич Д.Г., Мудунов А.М., Ванушко В.Э., и др. Дифференцированный рак щитовидной железы. Клинические рекомендации // *Современная Онкология*. — 2020. — Т. 22. — №4. — С. 30–44. [Bel'tsevich DG, Mudunov AM, Vanushko VE, et al. Differentiated thyroid cancer. Clinical recommendations. *Journal of Modern Oncology*. 2020;22(4):30–44. (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.26442/18151434.2020.4.200507>
- Wang S, Liang J, Lin Y, Yao R. Differential expression of the Na⁺/I[−] symporter protein in thyroid cancer and adjacent normal and nodular goiter tissues. *Oncol Lett*. 2013;5(1):368–372. doi: <https://doi.org/10.3892/ol.2012.947>

21. Ravera S, Reyna-Neyra A, Ferrandino G, et al. The sodium/iodide symporter (NIS): molecular physiology and preclinical and clinical applications. *Annu Rev Physiol.* 2017;79(1):261-289. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-physiol-022516-034125>
22. Rousset B, Dupuy C, Miot F, Dumont J. Chapter 2. *Thyroid hormone synthesis and secretion.* In: Feingold KR, Anawalt B, Boyce A, et al., eds. *Endotext.* South Dartmouth (MA): MDText.com, Inc.; 2015.
23. Li JH, He ZH, Bansal V, Hennessey JV. Low iodine diet in differentiated thyroid cancer: a review. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2016;84(1):3-12. doi: <https://doi.org/10.1111/cen.12846>
24. Perros P, Boelaert K, Colley S, et al. Guidelines for the management of thyroid cancer. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2014;81(S1):1-122. doi: <https://doi.org/10.1111/cen.12515>
25. Haugen BR, Alexander EK, Bible KC, et al. 2015 American Thyroid Association Management guidelines for adult patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer: The American Thyroid Association Guidelines Task Force on Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer. *Thyroid.* 2016;26(1):1-133. doi: <https://doi.org/10.1089/thy.2015.0020>
26. Petranović Oščariček P, Kreissl MC, Campenni A, et al. SNMMI/EANM practice guideline vs. ETA Consensus Statement: differences and similarities in approaching differentiated thyroid cancer management—the EANM perspective. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2022;49(12):3959-3963. doi: <https://doi.org/10.1007/s00259-022-05935-1>
27. Lee M, Lee YK, Jeon TJ, et al. Low iodine diet for one week is sufficient for adequate preparation of high dose radioactive iodine ablation therapy of differentiated thyroid cancer patients in iodine-rich areas. *Thyroid.* 2014;24(8):1289-1296. doi: <https://doi.org/10.1089/thy.2013.069>
28. Park JT, Hennessey JV. Two-week low iodine diet is necessary for adequate outpatient preparation for radioiodine RHTSH scanning in patients taking levothyroxine. *Thyroid.* 2004;14(1):57-63. doi: <https://doi.org/10.1089/105072504322783858>
29. Tomoda C, Urano T, Takamura Y, et al. Reevaluation of Stringent Low Iodine Diet in Outpatient Preparation for Radioiodine Examination and Therapy. *Endocr J.* 2005;52(2):237-240. doi: <https://doi.org/10.1507/endocrj.52.237>
30. Kim HK, Lee SY, Lee JI, et al. Daily urine iodine excretion while consuming a low-iodine diet in preparation for radioactive iodine therapy in a high iodine intake area. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2011;75(6):851-856. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2265.2011.04157.x>
31. Pluijmen MJ, Eustatia-Rutten C, Goslings BM, et al. Effects of low-iodide diet on postsurgical radioiodide ablation therapy in patients with differentiated thyroid carcinoma. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2003;58(4):428-435. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2265.2003.01735.x>
32. Sohn SY, Choi JY, Jang HW, et al. Association between excessive urinary iodine excretion and failure of radioactive iodine thyroid ablation in patients with papillary thyroid cancer. *Thyroid.* 2013;23(6):741-747. doi: <https://doi.org/10.1089/thy.2012.0136>
33. Tala Jury HP, Castagna MG, Fioravanti C, et al. Lack of association between urinary iodine excretion and successful thyroid ablation in thyroid cancer patients. *J Clin Endocrinol Metab.* 2010;95(1):230-237. doi: <https://doi.org/10.1210/jc.2009-1624>
34. Yoo ID, Kim SH, Seo YY, et al. The success rate of initial (131)I ablation in differentiated thyroid cancer: comparison between less strict and very strict low iodine diets. *Nucl Med Mol Imaging.* 2012;46(1):34-40. doi: <https://doi.org/10.1007/s13139-011-0111-y>
35. Luster M, Clarke SE, Dietlein M, et al. Guidelines for radioiodine therapy of differentiated thyroid cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2008;35(10):1941-1959. doi: <https://doi.org/10.1007/s00259-008-0883-1>
36. Pacini F, Brianzoni E, Durante C, et al. Recommendations for post-surgical thyroid ablation in differentiated thyroid cancer: a 2015 position statement of the Italian Society of Endocrinology. *J Endocrinol Invest.* 2016;39(3):341-347. doi: <https://doi.org/10.1007/s00259-015-0375-7>
37. Avram AM, Giovanella L, Greenspan B, et al. SNMMI Procedure Standard/EANM practice guideline for nuclear medicine evaluation and therapy of differentiated thyroid cancer: Abbreviated version. *J Nucl Med.* 2022;63(6):15N-35N.
38. Pacini F, Fuhrer D, Elisei R, et al. 2022 ETA consensus statement: What are the indications for post-surgical radioiodine therapy in differentiated thyroid cancer? *Eur Thyroid J.* 2022;11(1):e210046. doi: <https://doi.org/10.1530/ETJ-21-0046>
39. Morsch EP, Vanacor R, Furlanetto TW, Schmid H. Two weeks of a low-iodine diet are equivalent to 3 weeks for lowering urinary iodine and increasing thyroid radioactive iodine uptake. *Thyroid.* 2011;21(1):61-67. doi: <https://doi.org/10.1089/thy.2010.0232>
40. Dekker BL, Links MH, Muller Kobold AC, et al. Low-Iodine Diet of 4 Days Is Sufficient Preparation for 131I Therapy in Differentiated Thyroid Cancer Patients. *J Clin Endocrinol Metab.* 2022;107(2):e604-e611. doi: <https://doi.org/10.1210/clinem/dgab691>
41. Prestwich RJ, Gerrard GE. Low-iodine diet before radioiodine uptake scans or therapy-flawed advice to U.K. patients. *Clin Oncol.* 2005;17(2):73-74. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clon.2004.09.014>
42. Al Nozha OM, Vautour L, How J. Life-threatening hyponatremia following a low-iodine diet: a case report and review of all reported cases. *Endocr Pract.* 2011;17(5):e113-e117. doi: <https://doi.org/10.4158/EP11045.CR>
43. Lee JE, Kim SK, Han KH, et al. Risk factors for developing hyponatremia in thyroid cancer patients undergoing radioactive iodine therapy. *PLoS One.* 2014;9(8):e106840. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106840>
44. Matovic MD, Jankovic SM, Jeremic M, et al. Unexpected effect of furosemide on radioiodine urinary excretion in patients with differentiated thyroid carcinomas treated with iodine 131. *Thyroid.* 2009;19(8):843-848. doi: <https://doi.org/10.1089/thy.2008.0400>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ [AUTHORS INFO]

***Корчагина Мария Олеговна**, аспирант [Maria O. Korchagina, postgraduate student], адрес: Россия, 117036, Москва, ул. Дм. Ульянова, д. 11 [address: 11 Dm. Ulyanova street, 117292, Moscow, Russia]; ORCID: 0000-0002-6954-1126; eLibrary SPIN:7834-5652; e-mail: mashulia96@list.ru

Гусельникова Анастасия Романовна [Anastasia R. Guselnikova]; ORCID: 0000-0002-1891-9205; e-mail: hgdfh7@mail.ru

Шеремета Марина Сергеевна, к.м.н. [Marina S. Sheremeta, PhD]; ORCID: 0000-0003-3785-0335; eLibrary SPIN: 7845-2194; e-mail: marina888@yandex.ru

ИНФОРМАЦИЯ

Рукопись получена 11.04.2023. Рукопись одобрена: 12.04.2023. Received: 11.04.2023. Accepted: 12.04.2023.

ЦИТИРОВАТЬ:

Гусельникова А.Р., Корчагина М.О., Шеремета М.С. Йод-ограниченная диета перед терапией радиоактивным йодом — назначать или не назначать // *Клиническая и экспериментальная тиреология.* — 2022. — Т. 18. — № 3. — С. 29-35. doi: <https://doi.org/10.14341/ket127456>

TO CITE THIS ARTICLE:

Guselnikova AR, Korchagina MO, Sheremeta MS. Low-iodine diet before radioactive iodine therapy — to prescribe or not to prescribe. *Clinical and experimental thyroidology*. 2022;18(3):29-35. doi: <https://doi.org/10.14341/ket12746>