

УДК 616.447-089.87

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2023-14-4-60-72>

ПРЕДОПЕРАЦИОННАЯ ДИАГНОСТИКА ПАТОЛОГИИ ОКОЛОЩИТОВИДНЫХ ЖЕЛЕЗ У ПАЦИЕНТОВ С ПЕРСИСТЕНЦИЕЙ ИЛИ РЕЦИДИВОМ ПЕРВИЧНОГО ГИПЕРПАРАТИРЕОЗА: РЕТРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

¹В. А. Поспелов[✉], ²К. Ю. Новокшионов[✉], ²Р. А. Черников[✉], ²И. В. Слепцов[✉], ²Т. С. Придвижкина[✉]

¹Городская клиническая больница № 31, Санкт-Петербург, Россия

²Клиника высоких медицинских технологий имени Н. И. Пирогова Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Россия

ВВЕДЕНИЕ: Локализация патологических околощитовидных желез при персистенции или рецидиве заболевания у пациентов с первичным гиперпаратиреозом представляет проблему для хирургов перед повторной хирургической операцией. Не существует четкого стандарта выбора диагностической модальности для локализации околощитовидных желез у данной группы пациентов.

ЦЕЛЬ: Поиск оптимального диагностического протокола для предоперационной диагностики патологии околощитовидных желез у пациентов с первичным гиперпаратиреозом при персистенции или рецидиве заболевания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: В исследование включены 55 пациентов, с установленным диагнозом персистенция или рецидив ПГПТ, прошедшие повторное оперативное лечение. Перед оперативным вмешательством всем пациентам были выполнены лабораторные и инструментальные исследования в объеме: анализ крови на ПТГ, ТТГ, ионизированный кальций, 25(ОН)D, креатинин, фосфор, УЗИ шеи, сцинтиграфия околощитовидных желез методом вымывания, двухизотопная субтракционная сцинтиграфия околощитовидных желез (ранняя и отсроченная фазы), ОФЭКТ околощитовидных желез (с коррекцией поглощения), компьютерная томография шеи с внутривенным болюсным контрастированием.

РЕЗУЛЬТАТЫ: Самые высокие показатели ДЧ в общей группе (персистенция и рецидив) показали КТ и планарная субтракционная двухизотопная сцинтиграфия (78% и 78%), при этом ДС этих методов незначительно различалась (88% и 92%), а общая точность была выше у КТ (90% и 87%). УЗИ шеи показал самые низкие показатели среди всех методов (ДЧ — 46%, ДС — 80%, ОТ — 67%). Планарная сцинтиграфия (вымывание) и ОФЭКТ были сопоставимы по показателям информативности: ДЧ — 67% и 65%, ДС — 96% и 98%, ОТ — 85% и 86%.

ОБСУЖДЕНИЕ: Наиболее часто применяемый в настоящее время алгоритм диагностического поиска перед повторной операцией — это визуализация ОЩЖ двумя модальностями: УЗИ шеи и сцинтиграфия околощитовидных желез (вымывание/субтракционная) или ОФЭКТ-КТ. В сомнительных случаях вторым этапом проводится компьютерная томография шеи с внутривенным контрастированием или ПЭТ/КТ. Выбор какого-то одного оптимального диагностического метода крайне затруднителен, поскольку ни один из них не обладает 100% диагностической точностью. К тому же каждое исследование имеет ограничения, а доступность некоторых модальностей ограничена. В нашем исследовании расположение патологически измененных ОЩЖ было правильно распознано в 90% случаев при КТ с контрастированием и в 87% случаев при планарной субтракционной двухизотопной сцинтиграфии. Информативность УЗИ шеи показала самые низкие значения из всех модальностей. ОФЭКТ и планарной сцинтиграфии методом вымывания заняли промежуточную позицию по показателю диагностической точности. При комбинации методик наилучшие результаты показало сочетание УЗИ/КТ с внутривенным контрастированием и УЗИ/планарная субтракционная двухизотопная сцинтиграфия с показателями ДЧ 85% и 86%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Изолированное ультразвуковое исследование шеи обладает низкой диагностической точностью у пациентов с первичным гиперпаратиреозом при персистенции или рецидиве заболевания. Мы рекомендуем использовать комбинацию методов УЗИ с компьютерной томографией шеи с контрастированием или УЗИ с двухизотопной субтракционной сцинтиграфией околощитовидных желез, обладающих одинаковой диагностической точностью. В случае недоступности более информативных методик ОФЭКТ и планарная сцинтиграфия методом вымывания могут использоваться для диагностики патологических околощитовидных желез при персистенции или рецидиве заболевания у пациентов с первичным гиперпаратиреозом.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: околощитовидная железа, щитовидная железа, первичный гиперпаратиреоз, паратгормон, ультразвуковое исследование, компьютерная томография, однофотонная эмиссионная компьютерная томография, однофотонная эмиссионная компьютерная томография, совмещенная с компьютерной томографией, позитронная эмиссионная компьютерная томография, совмещенная с компьютерной томографией, малоинвазивная паратиреоидэктомия

© Авторы, 2023. Издательство ООО «Балтийский медицинский образовательный центр». Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа», в соответствии с лицензией CCBY-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-ShareAlike») / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>

*Для корреспонденции: Пospelov Виктор Алексеевич, e-mail: victorpospelov@list.ru

Для цитирования: Пospelov В.А., Новокшонов К.Ю., Черников Р.А., Слепцов И.В., Придвизкина Т.С. Предоперационная диагностика патологии околощитовидных желез у пациентов с персистенцией или рецидивом первичного гиперпаратиреоза: ретроспективное исследование // *Лучевая диагностика и терапия*. 2023. Т. 14, № 4. С. 60–72, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2023-14-4-60-72>.

PREOPERATIVE DIAGNOSIS OF PARATHYROID GLAND PATHOLOGY IN PATIENTS WITH PERSISTENT OR RECURRENT PRIMARY HYPERPARATHYROIDISM: A RETROSPECTIVE STUDY

¹Viktor A. Pospelov[✉], ²Konstantin Yu. Novokshonov[✉], ²Roman A. Chernikov[✉], ²Ilya V. Sleptsov[✉],
²Tatyana S. Pridvzhkina[✉]

¹City Clinical Hospital No. 31, St. Petersburg, Russia

²Pirogov Clinic of High Medical Technology, St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

INTRODUCTION: Localization of abnormal parathyroid glands in persistent or relapsed patients with primary hyperparathyroidism presents problems for surgeons before repeated surgery. There is no clear standard for the choice of diagnostic modality for localization of PG in this group of patients.

OBJECTIVE: To search for the optimal diagnostic protocol of the parathyroid pathology preoperative diagnosis in patients with primary hyperparathyroidism with persistent or recurrent disease.

MATERIALS AND METHODS: 55 patients diagnosed with persistence or recurrence of PHPT who underwent repeated surgical treatment were included in the study. Before surgical intervention all patients underwent laboratory and instrumental investigations in the volume of: blood tests for PTH, TTH, ionized calcium, 25(OH)D, creatinine, phosphorus, neck ultrasound, parathyroid scintigraphy by washout method, dual-isotope subtractive scintigraphy of parathyroid glands (early and delayed phases), SPECT of parathyroid glands (with uptake correction), computed tomography of the neck with intravenous bolus contrast.

RESULTS: CT and planar subtraction dual-isotope scintigraphy showed the highest DA in the overall group (persistence and recurrence) (78% and 78%), with the DA of these methods differing slightly (88% and 92%) and overall accuracy being higher for CT (90% and 87%). Neck ultrasound showed the lowest rates among all methods (DA — 46%, DS — 80%, OA — 67%). Planar scintigraphy (washout) and SPECT were comparable in their informativeness: DA — 67% and 65%, DS — 96% and 98%, OA — 85% and 86%.

DISCUSSION: The most commonly used current diagnostic search algorithm before reoperation is visualization of the thyroid gland by two modalities: Neck ultrasound and parathyroid scintigraphy (washout/subtraction) or SPECT-CT. In doubtful cases, the second step is computed tomography of the neck with contrast or PET/CT. It is extremely difficult to choose one optimal diagnostic method, as none of them has 100% diagnostic accuracy. In addition, each study has limitations, and the availability of some modalities is limited. In our study, the location of pathologically altered thyroid was correctly recognized in 90% of cases by CT with contrast and in 87% of cases by planar subtraction dual-isotope scintigraphy. The informativeness of neck ultrasound showed the lowest values of all modalities. SPECT and planar washout scintigraphy took an intermediate position in terms of diagnostic accuracy.

CONCLUSION: Isolated ultrasonography of the neck has low diagnostic accuracy in patients with primary hyperparathyroidism with persistent or recurrent disease. We recommend the combination of US with contrast-enhanced computed tomography of the neck or US with dual isotope subtraction scintigraphy of the parathyroid glands, which have the same diagnostic accuracy. SPECT and planar washout scintigraphy can be used for the diagnosis of abnormal parathyroid glands in persistent or recurrent patients with primary hyperparathyroidism when more informative techniques are unavailable. When the techniques were combined, the combination of ultrasound/CT with contrast and ultrasound/planar subtraction dual isotope scintigraphy showed the best results with DA of 85% and 86%.

KEYWORDS: parathyroid gland, thyroid gland, primary hyperparathyroidism, parathormone, ultrasound, computed tomography, single photon emission computed tomography, single photon emission computed tomography combined with computed tomography, positron emission computed tomography combined with computed tomography, minimally invasive parathyroidectomy

*For correspondence: Victor A. Pospelov, e-mail: victorpospelov@list.ru

For citation: Pospelov V.A., Novokshonov K.Yu., Chernikov R.A., Sleptsov I.V., Pridvzhkina T.S. Preoperative diagnosis of parathyroid gland pathology in patients with persistent or recurrent primary hyperparathyroidism: a retrospective study // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2023. Vol. 14, No. 4. P. 60–72, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2023-14-4-60-72>.

Введение. Околощитовидные железы (также используется термин «паращитовидные железы») регулируют обмен кальция и фосфора в организме. В норме они находятся на задней поверхности щитовидной железы (ЩЖ): верхние — на уровне средней

трети, нижние — на уровне нижней трети или у ее нижнего полюса, и отличаются своим цветом и консистенцией. Околощитовидные железы (ОЩЖ) в норме достигают размеров: 3–6 мм в длину и 2–4 мм в ширину, 0,5 до 2 мм в толщину. Масса околощитовидной

железы в среднем у мужчин составляет 31 мг, у женщин — 30 мг. Чаще всего у человека имеется две пары ОЩЖ — верхние и нижние, однако в 13% наблюдений встречается сверхкомплектные ОЩЖ [1, 2].

Первичный гиперпаратиреоз (ПГПТ) — эндокринное заболевание, характеризующееся нарушением фосфорно-кальциевого обмена из-за избыточной секреции паратгормона (ПТГ) патологически измененными (аденома или гиперплазия) околощитовидными железами. Данное заболевание характеризуется вовлечением в патологический процесс различных систем органов, что сопровождается снижением общей работоспособности и повышением риска преждевременной смерти пациентов. К наиболее частым причинам смерти у пациентов с ПГПТ относят инфаркт миокарда, острое нарушение мозгового кровообращения, острая и хроническая сердечная недостаточность [3]. Спорадическим ПГПТ

Распространенность ПГПТ в общей популяции составляет в среднем около 0,86–1% [6]. На текущий момент выявляемость заболевания в Российской Федерации (РФ) составляет 0,2 случая на 100 тыс. населения, в Москве — 2,37 случая на 100 тыс. (в 2019 г. — 2,08 случая на 100 тыс.) [3].

Единственным радикальным методом лечения ПГПТ является хирургическое вмешательство, при условии полноценного удаления всей пораженной паратиреоидной ткани [7, 8]. Преимущество радикального лечения заключается в нормализации уровня кальция и устранении ассоциированных с гиперкальциемией симптомов, а также значимом улучшении состояния костной ткани и почек (рис. 1).

К дополнительным эффектам хирургического лечения относят улучшения со стороны качества жизни [9], сердечно-сосудистой и нервной систем, желудочно-кишечного тракта [10]. Хирургические

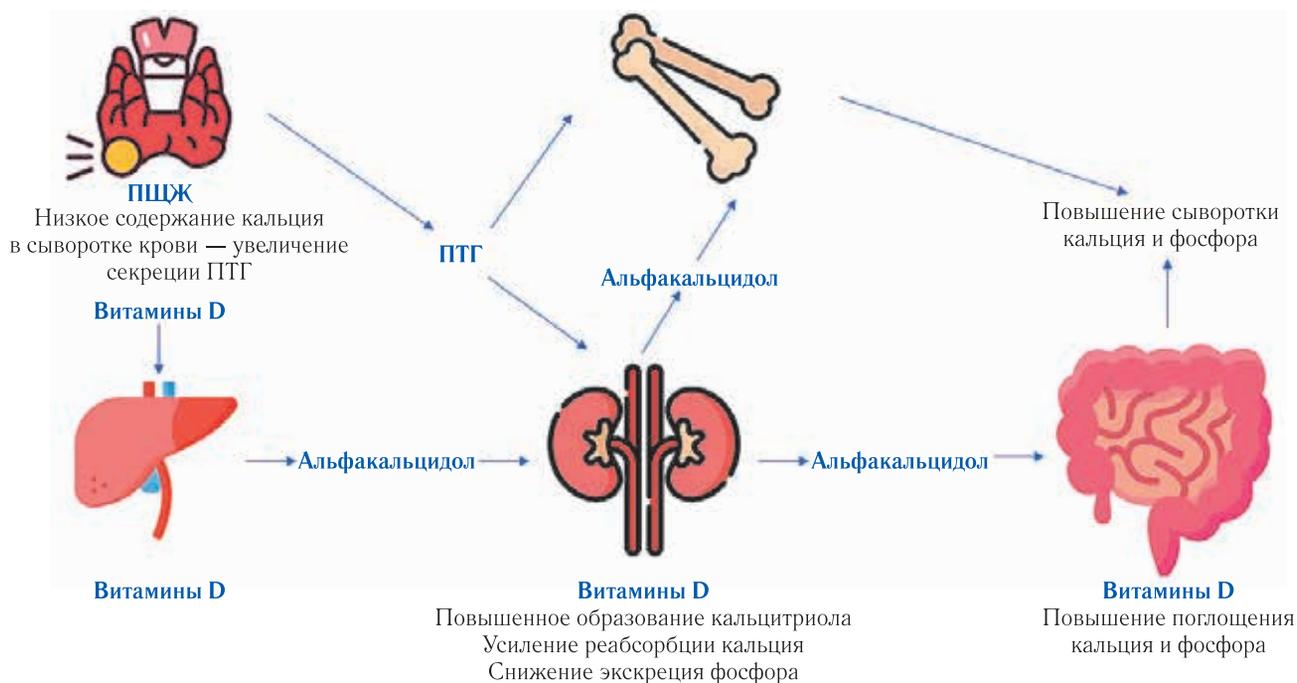


Рис. 1. Патогенез первичного гиперпаратиреоза
Fig. 1. Pathogenesis of primary hyperparathyroidism

является в 90–95% случаев, около 5–10% случаев ПГПТ составляют наследственные формы и проявляются либо как изолированное заболевание, либо в сочетании с другими клиническими проявлениями; в 1% случаев встречается карцинома околощитовидной железы [4]. Наиболее распространенными семейными формами ПГПТ считаются множественная эндокринная неоплазия 1 типа (МЭН-1), множественная эндокринная неоплазия типа 2 (МЭН-2), синдром наследственного гиперпаратиреоза с опухолью челюсти и семейный изолированный гиперпаратиреоз [5].

ПГПТ относится к одним из наиболее распространенных эндокринопатий, занимая третье место после сахарного диабета и заболеваний щитовидной железы по данным зарубежных источников.

методики за последнее время значительно эволюционировали, но, несмотря на это, для успешной операции остается необходимой информация о точной локализации патологических ОЩЖ. Для оценки эффективности лечения после операции контролируют, прежде всего, уровень показателей ионизированного кальция и содержание ПТГ в сыворотке крови [11], которые могут указывать на вероятность персистенции или рецидива.

В результате повышения эффективности методов топической диагностики и применения методов интраоперационного контроля в последнее десятилетие наметился тренд перехода от ревизионных оперативных вмешательств к селективным. При условии выполнения операции опытным эндокринным хирургом минимально инвазивная паратиреоидэктомия

[22, 23]. При проведении скитинграфии околощитовидных желез за последние десятилетия использовалось множество различных изотопов и различные протоколы получения изображений. Наиболее применяемым радионуклидным методом сейчас является скитинграфия ОЩЖ методом вымывания. Реже используется, но также получила широкое распространение субтракционная одноизотопная скитинграфия ОЩЖ. К редко используемым методикам из-за доступности РФЛП (^{123}I -йодид натрия) относится двухизотопная субтракционная скитинграфия ОЩЖ. Существуют работы, в которых показано, что субтракционная двухизотопная скитинграфия обладает чувствительностью 75–94% для локализации ОЩЖ, превосходя скитинграфию методом вымывания [24–26] у пациентов с ПГПТ. В некоторых исследованиях показана эффективность использования методики субтракционной двухизотопной скитинграфии в случаях аденом с быстрым вымыванием радиоизотопа, которое встречается в 25–30% случаев [27]. Чувствительность ОФЭКТ и ОФЭКТ/КТ варьируется в диапазоне 70–75% и 71–88% [25, 28, 29]. Компьютерная томография с внутривенным контрастированием обладает чувствительностью 66–82% [30]. Также за последние 5 лет все чаще появляются работы по визуализации с помощью ПЭТ/КТ трейсеров. В одном из исследований на группе из 27 человек чувствительность ПЭТ/КТ с ^{18}F -холином составила 81%, а отрицательная прогностическая ценность — 94% [31]. В другом сравнительном исследовании при предоперационной диагностике у пациентов с ПГПТ чувствительность и отрицательная прогностическая ценность ПЭТ/КТ с ^{18}F -холином и ПЭТ/КТ с ^{11}C -метионином составили соответственно: 96%; 96% и 60%; 94% [32].

в Клинике высоких медицинских технологий им. Н.И.Пирогова Санкт-Петербургского государственного университета (КВМТ им. Н.И.Пирогова СПбГУ). Все пациенты были направлены в Санкт-Петербургское государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Городская клиническая больница № 31» (СПб ГБУЗ «Городская клиническая больница № 31») для выполнения скитинграфии околощитовидных желез. Обследование и лечение пациентов проводили на основе информированного добровольного согласия.

Критерии включения в исследование: возраст 18 лет и старше, персистенция или рецидив ПГПТ, подписанное информированное согласие на участие в исследовании.

Критерии исключения: возраст младше 18 лет, наличие ургентных состояний, отказ пациента от участия в исследовании.

Исходно всем пациентам в лечебных учреждениях по месту жительства выполняли УЗИ области шеи с целью оценки состояния ОЩЖ, а также определяли уровни лабораторных маркеров ПГПТ: ПТГ, общий кальций, фосфор и 25(ОН)D.

Перед госпитализацией в КВМТ им. Н.И.Пирогова СПбГУ для проведения оперативного лечения пациентам были выполнены лабораторные и инструментальные исследования в объеме: анализ крови на ПТГ, ТТГ, ионизированный кальций, 25(ОН)D, креатинин, фосфор, УЗИ шеи, скитинграфия околощитовидных желез методом вымывания, двухизотопная субтракционная скитинграфия околощитовидных желез (ранняя и отсроченная фазы), ОФЭКТ околощитовидных желез (с коррекцией поглощения), компьютерная томография шеи с внутривенным болюсным контрастированием (рис. 2).



Рис. 2. Дизайн исследования

Fig. 2. Research design

В Российских клинических рекомендациях применение ПЭТ рекомендуется в отдельных случаях у пациентов с персистенцией заболевания или с рецидивом ПГПТ при отсутствии визуализации ОЩЖ с помощью других методов [10].

Материалы и методы. Одобрение этического комитета не требовалось. В ретроспективное исследование были включены данные 55 пациентов с установленным диагнозом персистенция или рецидив ПГПТ, прошедших оперативное лечение

Уровень ПТГ в плазме крови определяли с использованием иммунохимического анализатора UniCelDxI (Beckman Coulter, США), а также уровень ионизированного кальция и креатинина (иммунохемилюминесцентный анализатор LiaisonXLDiaSorinS.p.A., Италия). Количество кальция в суточной моче выявлялось только в спорных диагностических ситуациях (для исключения семейной гипокальциурической гиперкальциемии). Референтные значения лаборатории: ПТГ — 1,3–9,3 пмоль/л, кальций иони-

зированной — 1,13–1,31 ммоль/л, креатинин — 58,0–96,0 мкмоль/л.

Сцинтиграфию околощитовидных желез выполняли в СПб ГБУЗ «Городская клиническая больница № 31», а остальные обследования проводились в КВМТ им. Н. И. Пирогова СПбГУ.

УЗИ области шеи проводили с целью оценки состояния ОЩЖ и ЩЖ на УЗ-аппарате Samsung Medison Accuvix V10 с частотой линейных датчиков 8–12 МГц. Использовались режимы серой шкалы и энергетического доплеровского картирования. Методика соответствует таковой при ультразвуковом исследовании щитовидной железы. Оценивалось несколько параметров: длина, ширина и высота выявленных ОЩЖ (мм), их расположение и количество. Объем ОЩЖ высчитывался по формуле: $D \times Ш \times В \times 0,479$ (коэффициент эллипсоидности).

Компьютерную томографию шеи с болюсным контрастированием выполняли в КВМТ им. Н. И. Пирогова СПбГУ на компьютерном томографе Toshiba Aquilion-64. Толщина среза составила 0,5 мм. Зона сканирования — от основания черепа до диафрагмы. Исследование выполнялось с внутривенным болюсным введением неионного контрастного вещества с содержанием йода 350–370 мг/мл. Введение осуществлялось автоматическим инжектором через катетер со скоростью 4 мл/с объемом 60 мл, следом запускали 40 мл 0,9% раствора натрия хлорида, далее проводили сканирование в артериальную и венозную фазы. Для получения артериальной и венозной фаз исследование начинали на 5-й и 20-й секундах с момента достижения порогового контрастирования аорты. Методика оценки основана на разнице вымывания контрастного вещества из ЩЖ и ОЩЖ.

Субтракционную двухизотопную сцинтиграфию ОЩЖ, сцинтиграфию ОЩЖ методом вымывания и ОФЭКТ выполняли в СПб ГБУЗ «Городская клиническая больница № 31» на ОФЭКТ/КТ Philips Bright View XST с коллиматорами низких энергий высокого разрешения (LEHR) и плоско-панельным рентгеновским детектором. В методике использовали два РФЛП: ^{123}I — натрия йодид и $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -технетрил. Активность РФЛП (^{123}I -натрия йодид) составляла 8–10 МБк в зависимости от массы тела пациента, препарат принимался пациентом перорально. Активность РФЛП ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -технетрил) составляла 570–740 МБк в зависимости от массы тела пациента, введение осуществлялось внутривенно. Эффективная доза сцинтиграфия околощитовидных желез методом вымывания, двухизотопной субтракционной сцинтиграфии околощитовидных желез колебалась от 5,8 до 6,2 мЗв, при КТ с контрастированием от 6,5 до 8,3 мЗв, при ОФЭКТ от 6,0 до 6,4 мЗв.

Запись планарных сцинтиграфических изображений проводилась в две фазы — ранняя (через 10–15 мин после инъекции $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -технетрил) и поздняя (через 120 мин после инъекции $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -технетрил).

Предварительно за 24 часа или за 4–6 часов пациент принимал перорально ^{123}I -натрия йодид. Запись изображений проводилась одновременно в два энергетических окна с фотопиками 140 и 159 кэВ. Протокол записи: передняя проекция матрица 256×256 пикселей с набором статистики счета от 300 тыс. до 500 тыс. импульсов на кадр (продолжительность 5 мин). В поле зрения попадала область от нижнего края околощитовидных желез до средостения. Анализ интенсивности накопления РФЛП в области измененных ОЩЖ по данным планарной сцинтиграфии проводили визуально. Ранние и отсроченные планарные сцинтиграфические изображения анализировали согласно практическим рекомендациям Европейской ассоциации ядерной медицины 2021 г. [33].

Анализ полученных изображений подразделялся на несколько этапов. Первым этапом оценивали только изображения $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -технетрил на ранних и отсроченных изображениях, полученных в энергетическом окне с фотопиком 140 кэВ. Неизменное накопление РФЛП в типичном месте на отсроченных изображениях по сравнению с ранними на фоне сохранения или снижения накопления РФЛП в щитовидных железах считали положительным результатом. Вторым этапом проводили субтракцию изображения ^{123}I -натрия йодид, полученного в энергетическом окне с фотопиком 159 кэВ из изображения $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -технетрил, полученного в энергетическом окне с фотопиком 140 кэВ, последовательно в ранней и в поздней фазах. Очаговое накопление РФЛП, остающегося после вычитания изображений друг из друга, считали положительным результатом. Субтракцию выполняли с помощью программы «Паращитовидные железы», находящейся в пакете лицензии Индис ОФЭКТ версия 1.4.

ОФЭКТ области шеи выполняли сразу после ранней фазы записи планарного изображения (для обеспечения визуализации аденом с быстрым клиренсом) в положении детекторов под углом 180° друг к другу (число проекций 64, время сбора данных одной проекции 25 сек, матрица 128×128 пикселей, увеличение — 2,19). КТ проводили для коррекции поглощения в режиме: сила тока 20 мА, напряжение на трубке 120 кВ, скорость вращения генри 24 сек (без задержки дыхания), толщина среза 1 мм. Общее время исследования составляло 5–7 мин.

После подтверждения топической локализации патологических ОЩЖ несколькими диагностическими модальностями проводилась минимально инвазивная паратиреоидэктомия или двусторонняя ревизия шеи с визуализацией всех ОЩЖ в условиях комбинированной анестезии. Патоморфологическое исследование операционного материала проводилось в «Национальном центре клинической морфологической диагностики». Статистическую обработку результатов исследования осуществляли с использованием программных пакетов Microsoft Excel 2019.

В ходе анализа результатов предоперационной диагностики оценивалась диагностическая информативность методов топической визуализации (независимо друг от друга) и в сочетании. Показатели рассчитывались не на уровне отдельного пациента, а на уровне патологических ОЩЖ, при этом стандартно считалось, что у каждого пациента три неизменных ОЩЖ. В зависимости от совпадения с клинико-морфологическим диагнозом все результаты подразделялись на четыре вида: истинно положительные, истинно отрицательные, ложноположительные и ложноотрицательные. Затем по формулам производилось вычисление основных показателей информативности диагностического метода: диагностическая чувствительность (ДЧ), диагностическая специфичность (ДС), общая точность (ОТ), прогностической ценности положительного результата (ПЦПР), прогностической ценности отрицательного результата (ПЦОР). Референтным тестом для оценки диагностической информативности методов визуализации во всех случаях являлось гистологическое исследование удаленных образований ОЩЖ вместе с клиническим течением заболевания, подтвержденной лабораторной ремиссией ПГПТ. При расчете параметров информативности (ДЧ, ДС, ОТ, ПЦПР, ПЦОР) для комбинации диагностических тестов (УЗИ/КТ с контрастным усилением; УЗИ/планарная сцинтиграфия методом вымывания; УЗИ/планарная субтракционная двухизотопная сцинтиграфия; УЗИ/ОФЭКТ) окончательный результат исследований оценивался как наличие образования, если оно выявлено хотя бы одним из методов визуализации.

Результаты. У всех 55 пациентов установлен диагноз рецидив или персистенция ПГПТ (24 — персистенция заболевания, 31 — рецидив). Уровень ПТГ определен у всех больных: медиана составила 13,00 пмоль/л, максимальное значение — 57,1 пмоль/л. Уровень кальция ионизированного определен у всех больных: медиана составила 1,42 ммоль/л, максимальное значение — 1,79 ммоль/л. Уровень 25(ОН)D в крови проанализирован у всех пациентов: медиана 31 нг/мл, минимальное значение — 9,8 нг/мл.

Уровни креатинина и СКФ (СРD-EPI) определены у всех пациентов: медиана креатинина составила 74,5 мкмоль/л, медиана СКФ составила 92 мл/мин/1,73 м².

Средний возраст пациентов из исследуемой группы на момент постановки диагноза составил 59 лет (от 29 до 89 лет). Мужчин было 4 (7,2%), женщин — 51 (92,8%). Общие клинико-лабораторные характеристики пациентов представлены в табл. 1.

В нашем исследовании у 25 (45%) пациентов имелась сопутствующая структурная или функциональная патология ЩЖ: у 11 больных — узловой зоб, у 11 — многоузловой зоб, у 4 — диффузный токсический и узловой токсический зоб.

Таблица 1
Общие клинико-лабораторные характеристики пациентов с ПГПТ

Table 1
General clinical and laboratory characteristics of patients with PHPT

Показатель	Me	Min	Max
Возраст на момент лечения, лет (n=55)	59,0	29,0	89,0
Паратгормон, пг/мл (n=55)	13,0	5,6	57,1
Креатинин мкмоль/л (n=55)	75,0	51,0	146,0
СРD-EPI мл/мин/1,73 м ² (n=55)	92,0	38,0	124,0
Кальций ионизированный, ммоль/л (n=55)	1,42	1,18	1,79
25(ОН)D, нг/мл (n=55)	31,0	9,8	45,7

В результате медицинской визуализации у всех пациентов, направленных на повторную операцию, выявлена локализация патологических ОЩЖ. Имеются расхождения между различными методами визуализации в локализации патологических ОЩЖ, а также в их наличии или отсутствии. У 5 пациентов при сопутствующих заболеваниях ЩЖ по показаниям была выполнена паратиреоидэктомия с гемитиреоидэктомией. Всем пациентам осуществлялся интраоперационный контроль уровня ПТГ в качестве дополнительного контроля радикальности хирургического лечения. Снижение уровня ПТГ через 10 мин после паратиреоидэктомии не менее чем на 50% от исходного значения отмечено у 51 пациента (93%).

Уровень ПТГ нормализовался у 49 (94%) человек сразу после оперативного вмешательства, у 6 пациентов — в течение недели. Уровень ионизированного кальция в крови нормализовался у 42 (76%) человек сразу после оперативного вмешательства, у 13 пациентов — в течение недели.

Во всех случаях на этапе предоперационной диагностики проводились УЗИ шеи, субтракционная двухизотопная сцинтиграфия ОЩЖ и сцинтиграфия ОЩЖ методом вымывания, ОФЭКТ и КТ с контрастным усилением.

Для расчета параметров диагностической информативности методов визуализации были использованы данные, полученные в ходе обследования всех 55 пациента. В качестве способа расчета показателей информативности (ДЧ, ДС, ОТ, ПЦПР, ПЦОР) методов топической диагностики был использован подход, где параметры получены исходя из количества измененных ОЩЖ отдельно у каждого пациента, при этом стандартно считалось, что у каждого пациента 3 неизменных ОЩЖ (n=165), так как одна ОЩЖ была удалена при первичной операции. Расчет показателей эффективности проводился как в общей группе пациентов (n=55), так и отдельно в группах с персистенцией заболевания (n=24) и рецидивом (n=31). В случае расчета параметров диагностической информативности методов на уровне пациента нам бы не удалось посчитать ДС

и ПЦОР, так как у всех прооперированных пациентов в результате хирургического лечения морфологически подтверждено образование ОЩЖ.

В результате медицинской визуализации на предоперационном этапе у всех 55 пациентов выявлена локализация образований ОЩЖ.

Самую высокую ДЧ в общей группе продемонстрировали КТ и планарная субтракционная двухизотопная сцинтиграфия (78% и 78%) (рис. 3), причем ДС этих методов незначительно различалась (88% и 92%), а общая точность была выше у КТ (90% и 87%) (табл. 2).

УЗИ шеи продемонстрировало самые низкие показатели среди всех методов (ДЧ — 46%, ДС — 80%, ОТ — 67%). Планарная сцинтиграфия (вымывание) и ОФЭКТ были сопоставимы по показателям информативности: ДЧ — 67% и 65%, ДС — 96% и 98%, ОТ — 85% и 86%.

При отдельной оценке группы пациентов с персистенцией заболевания мы также получили самые высокие показатели ДЧ и ДС у КТ (рис. 4) и планарной субтракционной двухизотопной сцинтиграфии (74%, 86% и 77%, 95%), общая точность составляла 81% и 88% соответственно (табл. 3).

В группе с рецидивом заболевания показатели несколько различались. ДС, ДЧ и ОТ при КТ составили 82%, 89% и 87%, при планарной субтракционной двухизотопной сцинтиграфии — 82%, 96% и 88% соответственно (табл. 4).

При комбинации методик наилучшие результаты показало сочетание УЗИ/КТ с внутривенным контрастированием и УЗИ/планарная субтракционная двухизотопная сцинтиграфия с показателями ДЧ и ПЦОР (85%, 86% и 89%, 90%) (табл. 5).

За счет комбинации методов предоперационной визуализации удается повысить показатели ДЧ

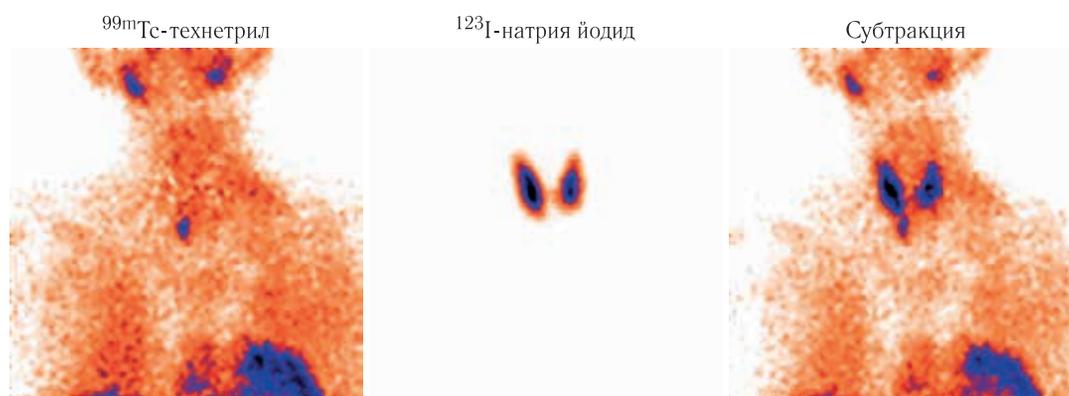


Рис. 3. Аденома правой нижней околощитовидной железы

Fig. 3. Adenoma of the right lower parathyroid gland

Таблица 2

Показатели информативности перед повторной операцией

Table 2

Indicators of informativity before reoperation

Метод диагностики	ДЧ, %	ДС, %	ОТ, %	ПЦПР, %	ПЦОР, %
УЗИ	46	80	67	57	72
КТ с внутривенным контрастированием	78	88	90	80	87
Планарная сцинтиграфия методом вымывания	67	96	85	91	83
Планарная субтракционная двухизотопная сцинтиграфия	78	93	87	87	88
ОФЭКТ	65	98	86	95	82

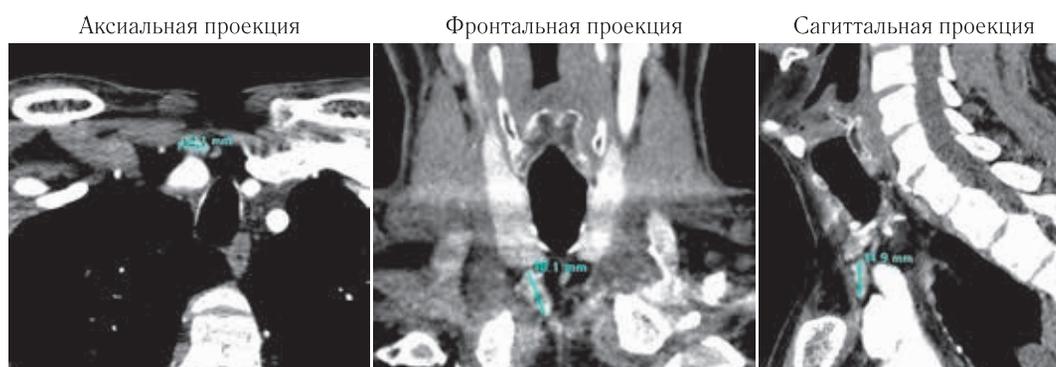


Рис. 4. Аденома правой нижней околощитовидной железы

Fig. 4. Adenoma of the right lower parathyroid gland

Таблица 4

Показатели информативности при рецидиве ПГПТ

Table 4

Indicators of informativeness in relapsed PHPT

Метод диагностики	ДЧ, %	ДС, %	ОТ, %	ПЦПР, %	ПЦОР, %
УЗИ	45	80	67	55	72
КТ с внутривенным контрастированием	82	89	87	87	82
Планарная сцинтиграфия методом вымывания	73	96	88	92	86
Планарная субтракционная двухизотопная сцинтиграфия	82	96	88	92	90
ОФЭКТ	67	98	87	95	84

и ПЦОР, что позволяет рекомендовать комбинацию методов в большинстве случаев при планировании оперативного вмешательства.

Диагноз подтвержден гистологическим исследованием у 55 прооперированных пациентов. В 50 (90%) случаях выявлена аденома ОЩЖ, в 5 (9%) — гиперплазия; в 1 (1%) — атипичная аденома.

Сцинтиграфия околощитовидных желез включает в себя разные методики, которые различаются по технологическому процессу, используемым изотопам, лучевой нагрузке, времени проведения исследования.

Эти методики обладают отличными показателями диагностической точности у пациентов перед повторной операцией. Сцинтиграфия ОЩЖ методом вымы-

Таблица 5

Показатели информативности комбинации методик перед повторной операцией

Table 5

Indicators of informativity before reoperation combination of techniques

Метод диагностики	ДЧ, %	ДС, %	ОТ, %	ПЦПР, %	ПЦОР, %
УЗИ/КТ с внутривенным контрастированием	85	73	77	65	89
УЗИ/планарная сцинтиграфия методом вымывания	77	78	78	68	85
УЗИ/планарная субтракционная двухизотопная сцинтиграфия	86	76	80	68	90
УЗИ/ОФЭКТ	75	80	78	69	84

По результатам морфологического исследования образования ОЩЖ в 27 (49%) случаях локализовались в верхней ОЩЖ, в 18 (32%) — в нижней ОЩЖ. Множественное поражение ОЩЖ определялось у 6 (10%) больных. У 4 (7%) пациентов ОЩЖ были расположены атипично.

Обсуждение. Необходимость повторной операции при ПГПТ может быть продиктована как рецидивом заболевания, так и его персистенцией. Причины рецидива и персистенции различаются, поэтому подходы к диагностическому алгоритму также могут быть различны.

Наиболее часто применяемый в настоящее время алгоритм диагностического поиска перед повторной операцией — это визуализация ОЩЖ двумя модальностями: УЗИ шеи и сцинтиграфия околощитовидных желез (вымывание/субтракционная) или ОФЭКТ-КТ. В сомнительных случаях вторым этапом проводится компьютерная томография шеи с внутривенным контрастированием или ПЭТ/КТ [34, 35].

УЗИ остается методом первой линии, чувствительность колеблется в диапазоне от 54% до 68% у пациентов с персистенцией или рецидивом ПГПТ [36–38]. В нашем исследовании ДЧ УЗИ составила 46% в общей группе пациентов перед повторной операцией, что сопоставимо с данными литературы. ДЧ групп с персистенцией и рецидивом ПГПТ была схожей — 48% и 45%.

Основывается на разнице поглощения ^{99m}Tc -технетрила ЩЖ и ОЩЖ, а также на разной скорости вымывания РФЛП из их тканей. Существуют гиперфункционирующие ОЩЖ, которые не так активно поглощают ^{99m}Tc -технетрил или их скорость вымывания РФЛП отличается от ожидаемой. В этом случае субтракционная сцинтиграфия ОЩЖ может обладать преимуществом перед методом вымывания. К одному из видов субтракционной сцинтиграфии относится планарная субтракционная двухизотопная сцинтиграфия. Диагностическая чувствительность сцинтиграфии методом вымывания у пациентов, планирующих повторную операцию, составляет от 53% до 75% [36, 38], чувствительность субтракционной двухизотопной сцинтиграфии у этой же группы пациентов находится в диапазоне 59–84% [37, 39]. По полученным нами данным ДЧ сцинтиграфии методом вымывания и субтракционной двухизотопной сцинтиграфии составила 67% и 78% соответственно. В группе с персистенцией ПГПТ ДЧ сцинтиграфии методом вымывания составила 59%, а ДЧ субтракционной двухизотопной сцинтиграфии — 77%. В группе с рецидивом ПГПТ ДЧ методов составила 73% и 82% соответственно.

Согласно практическим рекомендациям Европейского общества ядерной медицины [33] визуализация околощитовидных желез ОФЭКТ/КТ является стандартным методом для визуализации патологических

ОЩЖ. Данный вывод подкреплен мета-анализом, включившим в себя 1236 пациентов. Однако критерием исключения из данного метаанализа были статьи, где объектом исследования были пациенты с персистенцией или рецидивом ПГПТ [29]. В данных литературы, которые анализировали диагностическую ценность метода в группе пациентов — кандидатов на повторную операцию — ДЧ ОФЭКТ и ОФЭКТ/КТ составляет от 33% до 100% [40–42]. Но необходимо учесть, что в этих работах анализ проводили на небольшой группе пациентов. По нашим данным, ДЧ ОФЭКТ в группе перед повторной операцией составила 65%, в группе с персистенцией и рецидивом заболевания — 62% и 67% соответственно.

Компьютерная томография с внутривенным болюсным контрастированием по данным литературы обладает чувствительностью от 67 до 89% [43]. По нашим данным ДЧ КТ с внутривенным болюсным контрастированием в группе перед повторной операцией составила 78%, что сопоставимо с данными литературы. В группе с персистенцией и рецидивом заболевания ДЧ составила 74% и 82% соответственно.

Выбор какого-то одного оптимального диагностического метода крайне затруднителен, поскольку ни один из них не обладает 100% диагностической точностью. К тому же каждое исследование имеет ограничения, а доступность некоторых модальностей и РФЛП ограничена. Нельзя забывать и о лучевой нагрузке, которую получают наши пациенты.

Полученные нами данные на группе из 55 человек позволили оценить диагностическую точность методов топической диагностики у пациентов, которым планируется проведение повторного хирургического вмешательства. Анализ данных позволил выделить среди них наиболее информативные методы и предложить варианты диагностического алгоритма.

Расположение патологически измененных ОЩЖ было правильно распознано в 90% случаев при КТ с контрастированием и в 87% случаев при планарной субтракционной двухизотопной сцинтиграфии. Информативность УЗИ шеи у данной группы пациентов показала самые низкие значения из всех модальностей.

ОФЭКТ и планарная сцинтиграфия методом вымывания обладают достаточно высокими показателями диагностической точности, но проигрывают КТ с контрастированием и планарной субтракционной двухизотопной сцинтиграфии.

Комбинация методов позволяет дополнительно повысить диагностическую точность при предоперационной визуализации у данных пациентов. В зависимости от доступности методов, применяемых в клинике, специалист может выбрать наиболее информативную комбинацию для пациентов, которым планируется повторная операция.

Ограничения исследования. Основными недостатками настоящего исследования являются

ограниченная клиническая выборка пациентов и отсутствие среди диагностических модальностей позитронно-эмиссионной томографии, совмещенной с КТ (^{18}F -холином или ^{11}C -метионином) и ОФЭКТ, совмещенной с КТ.

Заключение. Предоперационная диагностика персистирующего или рецидивирующего ПГПТ у пациентов, перенесших хирургическое лечение, представляет проблему как для лучевых диагностов, так и для хирургов. Точная локализация с помощью предоперационной визуализации является предиктором успеха оперативного вмешательства. И наоборот, отрицательные или противоречащие данные предоперационной визуализации являются фактором риска неудачной операции, что подчеркивает важность проведения дополнительных диагностических исследований для локализации патологических ОЩЖ.

В работе мы рассмотрели несколько методов визуализации, используемых для предоперационной локализации аденом околощитовидной железы при повторном хирургическом вмешательстве. Проанализировали диагностическую информативность УЗИ, сцинтиграфии методом вымывания, двухизотопной субтракционной сцинтиграфии (ранняя и отсроченная фазы), ОФЭКТ околощитовидных желез (с коррекцией поглощения), компьютерной томографии шеи с внутривенным болюсным контрастированием.

К сожалению, не существует четкого стандарта выбора диагностической модальности для локализации ОЩЖ при рецидиве или персистенции ПГПТ. В настоящее время используется алгоритм, идентичный применяемому у пациентов с впервые выявленным ПГПТ. Наше исследование позволило получить дополнительные данные, необходимые для персонализированного диагностического алгоритма и сформулировать следующие **выводы**.

1. Изолированное ультразвуковое исследование шеи обладает низкой диагностической точностью у пациентов с первичным гиперпаратиреозом при персистенции или рецидиве заболевания.

2. Мы рекомендуем использовать комбинацию методов УЗИ с компьютерной томографией шеи с внутривенным болюсным контрастированием или комбинацию УЗИ с двухизотопной субтракционной сцинтиграфией околощитовидных желез, обладающие одинаковой диагностической точностью.

3. ОФЭКТ и сцинтиграфия методом вымывания могут быть использованы для диагностики патологических околощитовидных желез при персистенции или рецидиве заболевания у пациентов с первичным гиперпаратиреозом, в случае недоступности более информативных методик.

4. Комбинация УЗИ с компьютерной томографией шеи с внутривенным болюсным контрастированием может рассматриваться как альтернативная комбинация с сопоставимой эффективностью у пациентов перед повторной операцией с диагнозом «первичный гиперпаратиреоз».

Сведения об авторах:

Поспелов Виктор Алексеевич — врач-радиолог, заведующий отделом лучевой диагностики Санкт-Петербургского государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Городская клиническая больница № 31»; 197110, Санкт-Петербург, пр. Динамо, д. 3; e-mail: victorpospelov@list.ru;

Новохионов Константин Юрьевич — врач-хирург отделения эндокринной хирургии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» Клиника высоких медицинских технологий имени Н. И. Пирогова; 190103, Санкт-Петербург, Набережная реки Фонтанки, д. 154; e-mail: foretex@yandex.ru;

Черников Роман Анатольевич — врач-хирург, заведующий отделением эндокринной хирургии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» Клиника высоких медицинских технологий имени Н. И. Пирогова; 190103, Санкт-Петербург, Набережная реки Фонтанки, д. 154; e-mail: yaddd@yandex.ru;

Слепцов Илья Валерьевич — врач-хирург отделения эндокринной хирургии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» Клиника высоких медицинских технологий имени Н. И. Пирогова; 190103, Санкт-Петербург, Набережная реки Фонтанки, д. 154; e-mail: newsurgery@yandex.ru;

Придвизкина Татьяна Сергеевна — врач-рентгенолог, заведующая отделением лучевой диагностики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» Клиника высоких медицинских технологий имени Н. И. Пирогова; 190103, Санкт-Петербург, Набережная реки Фонтанки, д. 154; e-mail: pts1971@mail.ru.

Information about the authors:

Victor A. Pospelov — radiologist, head of the radiology department of the St. Petersburg state budgetary institution of health care «City Clinical Hospital No. 31»; 197110, St. Petersburg, Dynamo av. 3; e-mail: victorpospelov@list.ru;

Konstantin Yu. Novokhionov — surgeon of the endocrine surgery department of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State University» N. I. Pirogov Clinic of High Medical Technologies; 154 Fontanka Embankment, Saint-Petersburg, 190103; e-mail: foretex@yandex.ru;

Roman A. Chernikov — surgeon, head of the endocrine surgery department of the Federal State Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State University» N. I. Pirogov Clinic of High Medical Technologies; 190103, Saint-Petersburg, Fontanka River Embankment, 154; e-mail: yaddd@yandex.ru;

Ilya V. Sleptsov — surgeon of the endocrine surgery department of the Federal State Educational Institution of Higher Education «Saint Petersburg State University» Pirogov Clinic of High Medical Technologies; 190103, Saint Petersburg, Fontanka River Embankment, 154; e-mail: newsurgery@yandex.ru;

Tatiana S. Pridvzhkina — radiologist, head of the radiological diagnostics department of the Federal State Educational Institution of Higher Education «Saint Petersburg State University» N. I. Pirogov Clinic of High Medical Technologies; 154 Fontanka Embankment, 190103, Saint Petersburg, Russia; e-mail: pts1971@mail.ru.

Вклад авторов: Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен следующим образом: концепция и план исследования — *В. А. Поспелов*; сбор и математический анализ данных — *В. А. Поспелов, К. Ю. Новохионов, Р. А. Черников, Т. С. Придвизкина, И. В. Слепцов*; подготовка рукописи — *В. А. Поспелов, К. Ю. Новохионов, Р. А. Черников, Т. С. Придвизкина, И. В. Слепцов*.

Authors' contributions. All authors confirm their authorship according to the international ICMJE criteria (all authors made substantial contributions to the conception, research, and preparation of the article, and read and approved the final version before publication). Special contribution: *VAP* aided in the concept and plan of the study; *VAP, KYuN, RACH, TSP, IVS* provided collection and mathematical analysis of data; *VAP, KYuN, RACH, TSP, IVS* preparation of the manuscript.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure: the authors declares no conflict of interest.

Соответствие принципам этики: Одобрение этического комитета не требовалось, информированное согласие получено от каждого пациента.

Adherence to ethical standards: The approval of the ethics committee was not required, informed consent was obtained from each patient.

Поступила/Received: 01.06.2023.

Принята к печати/Accepted: 29.11.2023.

Опубликована/Published: 29.12.2023.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Воронкова И.А., Еремкина А.К., Крупинова Ю.А. Нейроэндокринные маркеры в опухолях околощитовидных желез // *Архив патологии*. 2020. Т. 82, № 6. С. 70–78 [Voronkova I.A., Eremkina A.K., Krupinova Yu.A. Neuroendocrine markers in parathyroid tumors. *Pathology Archive*, 2020, Vol. 82, No. 6, pp. 70–78 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/patol20208206170>.
2. Мокрышева Н.Г., Крупинова Ю.А., Воронкова И.А. Околощитовидные железы: нормальное развитие, анатомическое и гистологическое строение // *Эндокринная хирургия*. 2018. Т. 12, № 4. С. 178–187 [Mokrysheva N.G., Krupinova J.A., Voronkova I.A. Parathyroid glands: the normal development, anatomy and histological structure. *Endocrine Surgery*, 2019, Vol. 12, No. 4. P. 178–187 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.14341/serg10039>.
3. Мокрышева Н.Г., Еремкина А.К., Ковалева Е.В. Современные проблемы гипер- и гипопаратиреоза // *Терапевтический архив*. 2021. Т. 93, № 10. С. 1149–1154 [Mokrysheva N.G., Eremkina A.K., Kovaleva E.V. Modern problems of hyper- and hypoparathyroidism. *Ter. Arkh.*, 2021, Vol. 93, No. 10, pp. 1149–1154 (In Russ.)]. doi: 10.26442/00403660.2021.10.201109.
4. Мокрышева Н.Г., Ковалева Е.В., Еремкина А.К. Регистры заболеваний околощитовидных желез в Российской Федерации // *Проблемы эндокринологии*. 2021. Т. 67, № 4. С. 4–7 [Mokrysheva N.G., Kovaleva E.V., Eremkina A.K. Registers of parathyroid gland diseases in the Russian Federation. *Problems of Endocrinology*, 2021, Vol. 67, No. 4, pp. 4–7 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.14341/probl12803>.
5. Islam A.K. Advances in the diagnosis and the management of primary hyperparathyroidism // *Ther. Adv. Chronic. Dis.* 2021. Jun 11. Vol. 12. P. 1–54. doi: 10.1177/20406223211015965.
6. Khan A.A., Hanley D.A., Rizzoli R. et al. Primary hyperparathyroidism: review and recommendations on evaluation, diagnosis, and management // *A Canadian and international consensus. Osteoporos Int.* 2017. Vol. 28, No. 1. P. 1–19. doi: 10.1007/s00198-016-3716-2.
7. Дедов И.И., Мельниченко Г.А., Мокрышева Н.Г. Первичный гиперпаратиреоз: клиника, диагностика, дифференциальная диагностика, методы лечения // *Проблемы эндокринологии*. 2016. Т. 62, № 6. С. 40–77 [Dedov I.I., Melnichenko G.A., Mokrysheva N.G. Primary hyperparathyroidism: the clinical picture, diagnostics, differential diagnostics, and method soft treatment. *Problems of Endocrinology*, 2016, Vol. 62, No. 6, pp. 40–77 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.14341/probl201662640-77>.
8. Bilezikian J.P., Brandi M.L., Eastell R. Guidelines for the management of asymptomatic primary hyperparathyroidism: summary statement from the Fourth International Workshop // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2014. Vol. 99, No. 10. P. 3561–3569. doi: 10.1210/jc.2014-2413.

9. Никитина Т.П., Гладкова И.Н., Русаков В.Ф. Качество жизни пациентов с первичным гиперпаратиреозом после хирургического лечения // *Проблемы эндокринологии*. 2022. Т. 68, № 1. С. 27–39. [Nikitina T.P., Gladkova I.N., Rusakov V.F. Quality of life in patients with primary hyperparathyroidism after surgery. *Problems of Endocrinology*, 2022, Vol. 68, No. 1, pp. 27–39 (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.14341/probl12825>.
10. Мокрышева Н.Г., Еремкина А.К., Мирная С.С. Клинические рекомендации по первичному гиперпаратиреозу, краткая версия // *Проблемы эндокринологии*. 2021. Т. 67, № 4. С. 94–124. [Mokrysheva N.G., Eremkina A.K., Mirnaya S.S. The clinical practice guidelines for primary hyperparathyroidism, short version. *Problems of Endocrinology*, 2021, Vol. 67, No. 4, pp. 94–124 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.14341/probl12801>.
11. Слепцов И.В., Выборнова Н.Б., Черников Р.А. Модифицированная интраоперационная методика измерения уровня паратгормона крови при лечении первичного гиперпаратиреоза // *Эндокринная хирургия*. 2015. Т. 9, № 4. С. 12–21. [Sleptsov I.V., Vybornova N.B., Chernikov R.A. Modified quick parathyroid hormone test in surgery of primary hyperparathyroidism. *Endocrine Surgery*, 2015, Vol. 9, No. 4, pp. 12–21 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.14341/serg2015412-21>.
12. Слепцов И.В., Черников Р.А., Бубнов А.Н. Малоинвазивные операции в лечении первичного гиперпаратиреоза // *Эндокринная хирургия*. 2012. Т. 6, № 4. С. 24–33. [Sleptsov I.V., Chernikov R.A., Bubnov A.N. Minoinvasive operations in treatment of primary hyperparathyroidism. *Endocrine Surgery*, 2012, Vol. 6, No. 4, pp. 24–33 (In Russ.)].
13. Singh Ospina N.M., Rodriguez-Gutierrez R, Maraka S. et al. Outcomes of parathyroidectomy in patients with primary hyperparathyroidism: a systematic review and meta-analysis // *World J. Surg.* 2016. Vol. 40, No. 10. P. 2359–2377. doi: [10.1007/s00268-016-3514-1](https://doi.org/10.1007/s00268-016-3514-1).
14. Ahmadi H., Kreidieh O., Akl E.A. et al. Minimally invasive parathyroidectomy guided by intraoperative parathyroid hormone monitoring (IOPTH) and preoperative imaging versus bilateral neck exploration for primary hyperparathyroidism in adults // *Cochrane Database. Syst. Rev.* 2020. Vol. 10. P. 1–110. doi: [10.1002/14651858.CD010787.pub2](https://doi.org/10.1002/14651858.CD010787.pub2).
15. Yeh M.W., Wiseman J.E., Chu S.D. et al. Population-level predictors of persistent hyperparathyroidism // *Surgery*. 2011. Vol. 150, No. 6. P. 1113–1119. doi: [10.1016/j.surg.2011.09.025](https://doi.org/10.1016/j.surg.2011.09.025).
16. Venkat R., Kouniavsky G., Tufano R. Long-term outcome in patients with primary hyperparathyroidism who underwent minimally invasive parathyroidectomy // *World J. Surg.* 2012. Vol. 36, No. 1. P. 55–60. doi: [10.1007/s00268-011-1344-8](https://doi.org/10.1007/s00268-011-1344-8).
17. Бузанаков Д.М., Слепцов И.В., Семенов А.А. Место двусторонней ревизии шеи при хирургическом лечении первичного гиперпаратиреоза // *Проблемы эндокринологии*. 2022. Т. 68, № 6. С. 22–29. [Buzanakov D.M., Sleptsov I.V., Semenov A.A. Role of preoperative visualization in the choice of surgery for primary hyperparathyroidism. *Problems of Endocrinology*, 2022, Vol. 68, No. 6, pp. 22–29 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.14341/probl13096>.
18. Buzanakov D.M., Sleptsov I.V., Semenov A.A. et al. Persistence of primary hyperparathyroidism: a single-center experience // *Langenbecks Arch. Surg.* 2022. Vol. 407. P. 3651–3659. doi: [10.1007/s00423-022-02711-5](https://doi.org/10.1007/s00423-022-02711-5).
19. Слащук К.Ю., Дегтярев М.В., Румянцев П.О. Методы визуализации околощитовидных желез при первичном гиперпаратиреозе. Обзор литературы // *Эндокринная хирургия*. 2019. Т. 13, № 4. С. 153–174 [Slashchuk K.Y., Degtyarev M.V., Rumyantsev P.O. Imaging methods of the parathyroid glands in primary hyperparathyroidism. Literature review. *Endocrine Surgery*, 2019, Vol. 13, No. 4, pp. 153–174 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.14341/serg12241>.
20. Guerin C., Paladino N., Lowery A. Persistent and recurrent hyperparathyroidism // *Updates in Surgery*. 2017. Vol. 69, No. 2. P. 161–169. doi: [10.1007/s13304-017-0447-7](https://doi.org/10.1007/s13304-017-0447-7).
21. Wilhelm S.M., Wang T.S., Ruan D.T. et al. The American Association of Endocrine Surgeons guidelines for definitive management of primary hyperparathyroidism // *JAMA Surg.* 2016. Vol. 151. P. 959–968. doi: [10.1001/jamasurg.2016.2310](https://doi.org/10.1001/jamasurg.2016.2310).
22. Hessman O., Stalberg P., Sundin A. et al. High success rate of parathyroid reoperation may be achieved with improved localization diagnosis // *World J. Surg.* 2008. Vol. 32, No. 5. P. 774–781. doi: [10.1007/s00268-008-9537-5](https://doi.org/10.1007/s00268-008-9537-5).
23. Feingold D.L., Alexander H.R., Chen C.C. et al. Ultrasound and sestamibi scan as the only preoperative imaging tests in reoperation for parathyroid adenomas // *Surgery*. 2000. Vol. 128, No. 6. P. 1103–1110. doi: [10.1067/msy.2000.109963](https://doi.org/10.1067/msy.2000.109963).
24. Caveny S.A., Klingensmith W.C. 3rd, Martin W.E. Parathyroid imaging: the importance of dual-radiopharmaceutical simultaneous acquisition with ^{99m}Tc-sestamibi and ¹²³I // *J. Nucl. Med Technol.* 2012. Vol. 40, No. 2. P. 104–110. <https://doi.org/10.2967/jnmt.111.098400>.
25. Hassler S., Ben-Sellem D., Hubele F. Dual-isotope ^{99m}Tc-MIBI/¹²³I parathyroid scintigraphy in primary hyperparathyroidism: comparison of subtraction SPECT/CT and pinhole planar scan // *Clin. Nucl. Med.* 2014. Vol. 39, No. 1. P. 32–36. <https://doi.org/10.1097/RLU.0000000000000272>.
26. Krakauer M., Wieslander B., Myschetzky P.S. A Prospective Comparative Study of Parathyroid Dual-Phase Scintigraphy, Dual-Isotope Subtraction Scintigraphy, 4D-CT, and Ultrasonography in Primary Hyperparathyroidism // *Clinical Nuclear Medicine*. 2016. Vol. 41, No. 2. P. 93–100. doi: [10.1097/rlu.0000000000000988](https://doi.org/10.1097/rlu.0000000000000988).
27. Kushchayeva Y.S., Tella S.H., Kushchayev S.V. Comparison of hyperparathyroidism types and utility of dual radiopharmaceutical acquisition with Tc^{99m} sestamibi and ¹²³I for localization of rapid washout parathyroid adenomas // *Osteoporos Int.* 2019 May. Vol. 30, No. 5. P. 1051–1057. doi: [10.1007/s00198-019-04846-6](https://doi.org/10.1007/s00198-019-04846-6). Epub 2019 Jan 31. PMID: 30706095.
28. Neumann D.R., Obuchowski N.A., DiFilippo F.P. Preoperative ¹²³I/^{99m}Tc-Sestamibi Subtraction SPECT and SPECT/CT in Primary Hyperparathyroidism // *Journal of Nuclear Medicine*. 2008. Vol. 49, No. 12. P. 2012–2017. doi: [10.2967/jnumed.108.054858](https://doi.org/10.2967/jnumed.108.054858).
29. Treglia G. et al. Detection rate of ^{99m}Tc-MIBI single photon emission computed tomography (SPECT)/CT in preoperative planning for patients with primary hyperparathyroidism: a meta-analysis // *Head Neck*. 2016. Vol. 38. P. 2159–2172. doi: [10.1002/hed.24027](https://doi.org/10.1002/hed.24027).
30. Sun L., Yao J., Hao P. Diagnostic Role of Four-Dimensional Computed Tomography for Preoperative Parathyroid Localization in Patients with Primary Hyperparathyroidism: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Diagnostics (Basel)*. 2021. Apr 7. Vol. 11, No. 4. P. 664. 1–14. doi: [10.3390/diagnostics11040664](https://doi.org/10.3390/diagnostics11040664). PMID: 33917261. Vol. PMCID: PMC8068020.
31. Grimaldi S., Young J., Kamenicky P. Challenging pre-surgical localization of hyperfunctioning parathyroid glands in primary hyperparathyroidism: the added value of ¹⁸F-Fluorocholine PET/CT // *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*. 2018. 45, No. 10. P. 1772–1780. doi: [10.1007/s00259-018-4018-z](https://doi.org/10.1007/s00259-018-4018-z).
32. Mathey C., Keyzer C., Blocklet D. ¹⁸F-Fluorocholine PET/CT Is More Sensitive Than ¹¹C-Methionine PET/CT for the Localization of Hyperfunctioning Parathyroid Tissue in Primary Hyperparathyroidism // *J. Nucl. Med.* 2022. May. Vol. 63, No. 5. P. 785–791. doi: [10.2967/jnumed.121.262395](https://doi.org/10.2967/jnumed.121.262395).

33. PetranovićOvčariček, P., Giovannella, L., CarrióGasset, I. et al. The EANM practice guidelines for parathyroid imaging // *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging*. 2021. 48. P. 2801–2822. doi: 10.1007/s00259-021-05334-y.
34. Nawrot I., Chudziński W., Ciałka T. Reoperations for persistent or recurrent primary hyperparathyroidism: results of a retrospective cohort study at a tertiary referral center // *Med. Sci. Monit*. 2014. Sep 9. Vol. 20. P. 1604–1612. doi: 10.12659/MSM.890983. PMID: 25201515. Vol. PMID: PMC4166223.
35. Weber T., Dotzenrath C., Dralle H. Management of primary and renal hyperparathyroidism: guidelines from the German Association of Endocrine Surgeons (CAEK) // *Langenbecks Arch. Surg*. 2021. May. Vol. 406, No. 3. P. 571–585. doi: 10.1007/s00423-021-02173-1. Epub 2021 Apr 21. PMID: 33880642.
36. Parikh P.P., Farra J.C., Allan B.J. Long-term effectiveness of localization studies and intraoperative parathormone monitoring in patients undergoing reoperative parathyroidectomy for persistent or recurrent hyperparathyroidism // *The American Journal of Surgery*. 2015. Vol. 210, No. 1. P. 117–122. doi: 10.1016/j.amjsurg.2014.09.039.
37. Richards M.L., Thompson G.B., Farley D.R. Reoperative parathyroidectomy in 228 patients during the era of minimal-access surgery and intraoperative parathyroid hormone monitoring // *American Journal of Surgery*. 2008. Vol. 196, No. 6. P. 937–943. doi: 10.1016/j.amjsurg.2008.07.022.
38. Yen T.W.F., Wang T.S., Dofek K.M. Reoperative parathyroidectomy: an algorithm for imaging and monitoring of intraoperative parathyroid hormone levels that results in a successful focused approach // *Surgery*. 2008. Vol. 144, No. 4. P. 611–621. doi: 10.1016/j.surg.2008.06.017.
39. Schalin-Jantti C., Ryhanen E., Heiskanen I. et al. Planar scintigraphy with $^{123}\text{I}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Sestamibi, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sestamibi SPECT/CT, ^{11}C -methionine PET/CT, or selective venous sampling before reoperation of primary hyperparathyroidism? // *Journal of Nuclear Medicine*. 2013. Vol. 54, No. 5. P. 739–747. doi: 10.2967/jnu-med.112.109561.
40. Wong K.K., Fig L.M., Gross M.D. Parathyroid adenoma localization with $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sestamibi SPECT/CT: a meta-analysis // *Nucl. Med. Commun*. 2015. Apr. Vol. 36, No. 4. P. 363–375. doi: 10.1097/MNM.0000000000000262. PMID: 25642803.
41. Yin L., Guo D., Liu J. The role of $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI SPECT-CT in reoperation therapy of persistent hyperparathyroidism patients // *OpenMed (Wars)*. 2015. Dec 17. Vol. 10, No. 1. P. 462–467. doi: 10.1515/med-2015-0064. PMID: 28352737. Vol. PMID: PMC5368852.
42. Witteveen J.E., Kievit J., Stokkel M.P. Limitations of $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI-SPECT imaging scans in persistent primary hyperparathyroidism // *World J. Surg*. 2011 Jan. Vol. 35, No. 1. P. 128–139. doi: 10.1007/s00268-010-0818-4. PMID: 20957360; PMID: PMC3006642.
43. Cruz-Centeno N., Longoria-Dubocq T., Mendez-Latalladi W. Efficacy of 4D CT Scan in Re-operative Parathyroid Surgery // *Am. Surg*. 2022. Jul. Vol. 88, No. 7. P. 1549–1550. doi: 10.1177/00031348221083938.

Открыта подписка на 1-е полугодие 2024 года.

Подписной индекс:

«Урал Пресс» (Пресса России) 014023