

Современные возможности диагностики первичного гиперпаратиреоза

М.Е. Борискова^{✉1}, П.А. Панкова¹, Л.А. Хамид¹, М.А. Быков¹, Д.В. Зуйкевич¹, К.В. Валиахмедова²,
З.М. Улимбашева¹, К.А. Погосян³, Т.Л. Каронова³, Д.В. Рыжкова³

¹ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия;

²Группа компаний «Мой медицинский центр», Санкт-Петербург, Россия;

³ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация

Обоснование. В настоящее время наиболее распространенный метод предоперационной визуализации пораженных паращитовидных желез (ПЩЖ) – сочетание скintiграфии с Технеция [99mTc] сестамиби и ультразвукового исследования шеи (чувствительность – 81–95%). В ряде случаев, таких как множественное поражение ПЩЖ, их эктопическое расположение, множественные узловые поражения щитовидной железы, ее гиперфункция или воспаление, стандартные методы визуализации могут показывать отрицательные или противоречивые результаты, что требует обращения к диагностирующим исследованиям 2-й линии. Одно из них – позитронно-эмиссионная томография, совмещенная с компьютерной томографией (ПЭТ/КТ) с 11С-холином.

Цель. Определить место ПЭТ/КТ с 11С-холином в топической диагностике первичного гиперпаратиреоза.

Материалы и методы. Приведен ретроспективный анализ данных 33 пациентов с первичным гиперпаратиреозом, которым с 2022 по 2024 г. в отделении хирургической эндокринологии ФГБОУ ВО «Первый СПб ГМУ им. акад. И.П. Павлова» проведена паратиреоидэктомия. Всем включенным в исследование пациентам в связи с неэффективностью стандартной визуализации и/или персистенцией первичного гиперпаратиреоза после 1-й операции выполнена ПЭТ/КТ с 11С-холином (ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова»). Точность, чувствительность, специфичность, прогностическая ценность положительного и отрицательного результатов оценивались с учетом патоморфологической послеоперационной верификации аденомы/гиперплазии и/или достижения референсного диапазона концентрации паратиреоидного гормона и кальция в плазме крови.

Результаты. У 33 пациентов удалено в общей сложности 41 образование (у 8 человек – по 2 образования). Положительными по ПЭТ/КТ с 11С-холином были 37 зон. Ее диагностическая точность составила 95,5%, чувствительность – 90,2%, специфичность – 97,8%, положительная прогностическая ценность – 94,9%, отрицательная прогностическая ценность – 95,7%.

Заключение. ПЭТ/КТ с 11С-холином продемонстрировала высокую эффективность в предоперационной оценке локализации аденом ПЩЖ, даже в тех случаях, когда результаты визуализации методов 1-й линии оказались неоднозначными. Мы используем метод в сложных случаях, хотя потенциально он может рассматриваться как альтернатива методам 1-й линии. Этот вопрос остается открытым и требует накопления достаточного количества исследований, сравнивающих экономическую целесообразность.

Ключевые слова: первичный гиперпаратиреоз, ПЭТ/КТ, 11С-холин, скintiграфия, ультразвуковое исследование, селективная паратиреоидэктомия

Для цитирования: Борискова М.Е., Панкова П.А., Хамид Л.А., Быков М.А., Зуйкевич Д.В., Валиахмедова К.В., Улимбашева З.М., Погосян К.А., Каронова Т.Л., Рыжкова Д.В. Современные возможности диагностики первичного гиперпаратиреоза. Consilium Medicum. 2025;27(4):223–228. DOI: 10.26442/20751753.2025.4.203317

© ООО «КОНСИЛИУМ МЕДИКУМ», 2025 г.

Введение

Первичный гиперпаратиреоз (ПГПТ) – наиболее распространенная причина гиперкальциемии в амбулаторных условиях и третье по распространенности эндокринное заболевание, частота которого варьируется в зависимости от пола и расы [1–3]. Этиология – как правило, аденома паращитовидных желез (ПЩЖ) – 85%, за которой следуют множественные аденомы (15–20%), гиперплазия ПЩЖ (<15%) и карцинома ПЩЖ (~1%) [4]. За последние 50 лет заболеваемость ПГПТ увеличилась, вероятно, из-за рутинного биохимического обследования, в ходе которого аденомы

часто выявляют на ранних стадиях у бессимптомных пациентов. В большинстве случаев это спорадическое заболевание неизвестной этиологии. Чаще всего оно встречается у женщин в возрасте от 30 до 60 лет [5].

Единственная причина, по которой проводится визуализация ПЩЖ, – это планирование хирургического вмешательства, а не диагностика или стратификация рисков. Эта концепция отличается от многих других в области диагностической визуализации. Диагностика ПГПТ и его классификация основаны на биохимическом профиле плазмы, а не на визуализации, в то время как единственный окон-

Информация об авторах / Information about the authors

✉ **Борискова Марина Евгеньевна** – д-р мед. наук, проф. каф. общей хирургии с клиникой, проф. каф. онкологии фак-та последипломного образования, рук. отд-ния хирургической эндокринологии и пластической хирургии ФГБОУ ВО «Первый СПб ГМУ им. акад. И.П. Павлова». E-mail: boriskovam@gmail.com

Панкова Полина Александровна – канд. мед. наук, ассистент каф. общей хирургии с клиникой ФГБОУ ВО «Первый СПб ГМУ им. акад. И.П. Павлова»

Хамид Лина Абдовна – студентка лечебного фак-та ФГБОУ ВО «Первый СПб ГМУ им. акад. И.П. Павлова»

Быков Михаил Андрианович – канд. мед. наук, врач-хирург отд-ния хирургической эндокринологии и пластической хирургии ФГБОУ ВО «Первый СПб ГМУ им. акад. И.П. Павлова»

Зуйкевич Дарья Владимировна – ст. лаборант каф. общей хирургии с клиникой ФГБОУ ВО «Первый СПб ГМУ им. акад. И.П. Павлова»

✉ **Marina E. Boriskova** – D. Sci. (Med.), Pavlov First Saint Petersburg State Medical University. E-mail: boriskovam@gmail.com; ORCID: 0000-0002-0037-6222

Polina A. Pankova – Cand. Sci. (Med.), Pavlov First Saint Petersburg State Medical University. ORCID: 0000-0002-6909-1858

Lina A. Khamid – Student, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University. ORCID: 0009-0004-7557-1809

Mikhail A. Bykov – Cand. Sci. (Med.), Pavlov First Saint Petersburg State Medical University. ORCID: 0000-0001-6806-1414

Daria V. Zuykevich – doctor-laboratory assistant, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University. ORCID: 0000-0002-7951-7402

Modern possibilities of the diagnosing of primary hyperparathyroidism

Marina E. Boriskova^{✉1}, Polina A. Pankova¹, Lina A. Khamid¹, Mikhail A. Bykov¹, Daria V. Zuykevich¹, Kristina V. Valiakhmedova², Zalina M. Ulimbasheva¹, Karina A. Pogolian³, Tatiana L. Karonova³, Daria V. Ryzhkova³

¹Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia;

²My medical center, Saint Petersburg, Russia;

³Almazov National Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia

Abstract

Background. Currently, the most common method of preoperative imaging of affected parathyroid glands (PTG) is a combination of scintigraphy with technetium [99mTc] sestamibi and neck ultrasound (with a sensitivity of 81–95%). In some cases, such as multiple PTG lesions, their ectopic location, multiple nodular thyroid lesions, and their hyperfunction or inflammation, standard imaging methods may show negative or contradictory results, which requires the use of 2nd-line diagnostic studies. One is positron emission tomography combined with computed tomography (PET/CT) with 11C-choline.

Aim. To determine the role of PET/CT with 11C-choline in the topical diagnosis of primary hyperparathyroidism.

Materials and methods. Retrospective analysis of data from 33 patients with primary hyperparathyroidism who underwent parathyroidectomy at the Department of Surgical Endocrinology of Pavlov First Saint Petersburg State Medical University from 2022 to 2024. Due to the ineffectiveness of standard imaging and/or the persistence of primary hyperparathyroidism after the first surgery, all patients included in the study underwent PET/CT with 11C-choline (Almazov National Medical Research Centre). The accuracy, sensitivity, specificity, and positive and negative predictive values were calculated considering the pathological postoperative verification of adenoma/hyperplasia and/or achievement of the reference range of parathyroid hormone and calcium plasma levels.

Results. A total of 41 masses were removed in 33 patients (8 patients had 2 masses removed each). Thirty-seven areas were positive according to PET/CT with 11C-choline. Its diagnostic accuracy was 95.5%, sensitivity 90.2%, specificity 97.8%, positive predictive value 94.9%, and negative predictive value 95.7%.

Conclusion. PET/CT with 11C-choline demonstrated high efficacy in preoperative localization assessment of PTG adenomas, even in cases where the results of first-line imaging methods were ambiguous. We use this method in complex cases, although it can be considered an alternative to first-line imaging. This question remains open and requires further studies comparing economic feasibility.

Keywords: primary hyperparathyroidism, PET/CT, 11C-choline, scintigraphy, ultrasound, selective parathyroidectomy

For citation: Boriskova ME, Pankova PA, Khamid LA, Bykov MA, Zuykevich DV, Valiakhmedova KV, Ulimbasheva ZM, Pogolian KA, Karonova TL, Ryzhkova DV. Modern possibilities of the diagnosing of primary hyperparathyroidism. *Consilium Medicum*. 2025;27(4):223–228. DOI: 10.26442/20751753.2025.4.203317

чательный метод лечения – хирургическое вмешательство, успешность которого зависит от выявления точного расположения пораженной железы. Цель визуализации ПЩЖ – локализовать все источники избыточной секреции паратиреоидного гормона (ПТГ) перед операцией [6].

Лечение гиперпаратиреоза в основном направлено на селективную паратиреоидэктомию, особенно в случаях с одной аденомой. По сравнению с традиционной ревизией шеи ее преимущества заключаются в минимальной травматичности, сокращении продолжительности операции, снижении риска осложнений и более быстром послеоперационном восстановлении. В опытных руках успешное проведение операции зависит главным образом от точной предоперационной локализации одной или нескольких гиперфункционирующих ПЩЖ. В случае, когда гиперфункционирующую ПЩЖ не удастся выявить до операции, малоинвазивная паратиреоидэктомия затруднена и может потребоваться двусторонняя ревизия шеи. В случае пер-

систенции или рецидива ПГПТ после вмешательства приходится прибегать к повторной операции на шее, которая технически более сложна и сопряжена с дополнительным риском осложнений.

Соответственно, возникает необходимость определить наиболее чувствительный и специфичный метод визуализации гиперфункционирующих ПЩЖ. Наиболее распространенный метод предоперационной визуализации – сочетание скинтиграфии с Технеция [99mTc] сестамиби и ультразвукового исследования (УЗИ) шеи, что позволяет достичь чувствительности 81–95% [7, 8], в основном за счет Технеция [99mTc] сестамиби-скинтиграфии. В 2014 г. случайно обнаружено, что комбинированная позитронно-эмиссионная и рентгеновская компьютерная томография (ПЭТ/КТ) с 11C-холином, изначально с высокой диагностической эффективностью использовавшаяся для диагностики рака предстательной железы, может применяться для локализации аденом при ПГПТ [9]. В последние годы она

Валиахмедова Кристина Валерьевна – врач-хирург ГК ММЦ

Улимбашева Залина Муазиновна – канд. мед. наук, врач-хирург отделения хирургической эндокринологии и пластической хирургии ФГБОУ ВО «Первый СПб ГМУ им. акад. И.П. Павлова»

Погосян Карина Александровна – мл. науч. сотр. научной исследовательской лаб. нейроэндокринных опухолей Научного исследовательского центра персонализированной онкологии ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова»

Каронова Татьяна Леонидовна – д-р мед. наук, зав. научной исследовательской лаб. новой коронавирусной инфекции и постковидного синдрома Научного центра мирового уровня «Центр персонализированной медицины», гл. науч. сотр. научной исследовательской лаб. клинической эндокринологии Института эндокринологии ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова»

Рыжкова Дарья Викторовна – д-р мед. наук, проф. РАН, зав. каф. ядерной медицины и радиационных технологий с клиникой Института медицинского образования ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова»

Kristina V. Valiakhmedova – surgeon, My medical center. ORCID: 0000-0001-5120-1142

Zalina M. Ulimbasheva – Cand. Sci. (Med.), Pavlov First Saint Petersburg State Medical University. ORCID: 0000-0002-2097-2881

Karina A. Pogolian – Res. Assist., Almazov National Medical Research Centre. ORCID: 0000-0003-0628-0085

Tatiana L. Karonova – D. Sci. (Med.), Almazov National Medical Research Centre. ORCID: 0000-0002-1547-0123

Daria V. Ryzhkova – D. Sci. (Med.), Almazov National Medical Research Centre. ORCID: 0000-0002-7086-9153

привлекает все больше внимания. Однако в настоящее время недостаточно комплексных сравнительных исследований, оценивающих диагностическую эффективность ПЭТ/КТ с ¹¹С-холином по сравнению с традиционными методами визуализации при ПГПТ.

Цель исследования – определить место ПЭТ-КТ с ¹¹С-холином в топической диагностике ПГПТ.

Материалы и методы

Проведен ретроспективный анализ данных пациентов с ПГПТ, которым с 2022 по 2024 г. выполнена паратиреоидэктомия в отделении хирургической эндокринологии ФГБОУ ВО «Первый СПб ГМУ им. акад. И.П. Павлова». На догоспитальном этапе всем пациентам рекомендовалось проведение двух визуализирующих исследований: УЗИ органов шеи и скинтиграфии ПЩЖ. УЗИ шеи выполнялось оперирующим хирургом. Если результаты указанных методов исследований оказывались конкордантными и после операции наступало излечение пациента, необходимости прибегать к методам визуализации 2-й линии не было. Когда результаты исследований 1-й линии оказывались отрицательными/противоречивыми или заболевание персистировало после 1-й операции, мы рекомендовали пациентам выполнение ПЭТ/КТ с ¹¹С-холином (ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова»). Результаты визуализации 1-й линии рассценивались как противоречивые, если потенциальная аденома была выявлена только при одном виде визуализации или оба вида визуализации показали аденому, но в разных местах.

Мы проанализировали данные 334 пациентов, оперированных в нашей клинике по поводу ПГПТ, 35 из которых потребовалось выполнение ПЭТ/КТ с ¹¹С-холином.

Критерии включения:

- 1) пациентам диагностирован ПГПТ;
- 2) пациенты обследованы врачами – эндокринными хирургами, которые подтвердили показания и отсутствие противопоказаний к хирургическому вмешательству;
- 3) методы визуализации 1-й линии показывали отрицательные или противоречивые результаты, что потребовало выполнения ПЭТ/КТ с ¹¹С-холином и/или пациентам потребовалась повторная операция в связи с персистенцией ПГПТ;
- 4) получена патоморфологическая верификация аденомы/гиперплазии ПЩЖ и в исходе операции уровень ПТГ и кальция плазмы крови достигал референсного диапазона, как показатель положительного результата лечения.

Критерии исключения:

- 1) конкордантность методов визуализации 1-й линии;
- 2) не получена патоморфологическая верификация аденомы ПЩЖ и/или в исходе операции не достигнуты целевые значения ПТГ и кальция плазмы крови, то есть лечение не завершено (2 пациента исключены из исследования в связи с отказом от повторной операции).

Мы проанализировали результаты 3 методов визуализации: УЗИ органов шеи, скинтиграфии ПЩЖ и ПЭТ/КТ с ¹¹С-холином, имеющиеся у исследуемой когорты пациентов.

Точность, чувствительность, специфичность, прогностическую ценность положительного и отрицательного результатов оценивали с учетом патоморфологической послеоперационной верификации аденомы/гиперплазии и/или достижения референсного диапазона концентрации ПТГ и кальция в плазме крови. Доверительный интервал (ДИ) 95% рассчитывали методом Джеффериса.

Результаты

В исследование включены 33 пациента, которые перенесли паратиреоидэктомию в отделении хирургической эндокринологии ФГБОУ ВО «Первый СПб ГМУ им. акад. И.П. Павлова» с 2022 по 2024 г. Из 35 больных, имеющих ПЭТ/КТ с ¹¹С-холином, 2 исключены в связи с недостижением референсного диапазона ПТГ и кальция в плазме

Результат			Исход (гистология/ снижение кальция)		Итого
			нет	есть	
УЗИ	отрица- тельно	абс.	91	32	123
		%	100,0	78,0	93,2
	положи- тельно	абс.	0	9	9
		%	0,0	22,0	6,8
Итого		абс.	91	41	132
		%	100,0	100,0	100,0

Таблица 2. Диагностические возможности сцинтиграфии					
Результат			Исход (гистология/ снижение кальция)		Итого
			нет	есть	
Сцинти- графия	отрица- тельно	абс.	91	27	118
		%	100,0	65,9	89,4
	положи- тельно	абс.	0	14	14
		%	0,0	34,1	10,6
Итого		абс.	91	41	132
		%	100,0	100,0	100,0

Результат			Исход (гистология/снижение кальция)		Итого
			есть	нет	
ПЭТ/КТ	отрицательно	абс.	89	4	93
		%	97,8	9,8	70,5
	положительно	абс.	2	37	39
		%	2,2	90,2	29,5
Итого		абс.	91	41	132
		%	100,0	100,0	100,0

после операции и отказом пациента от повторной операции. Повторно прооперированы 4 пациента в связи с персистенцией гиперпаратиреоза после 1-й операции.

Среди 33 пациентов было 30 (90,9%) женщин и 3 (9,1%) мужчин в возрасте 58,7±17,2 года. Всего удалено 41 образование (у 8 человек удалены по 2 железы), из них гистологически верифицировано 7 гиперплазий и 34 аденомы. Из 132 исследованных зон 41 (31,1%) – положительная, 91 (69,9%) – отрицательная. Положительными по УЗИ было 9 (22% от 41), по ПЭТ/КТ – 37 (90,2%), по скинтиграфии – 14 (34,1%) зон.

УЗИ выполнено всем 33 пациентам, из которых у 18 аденома не выявлена. У остальных 15 пациентов по УЗИ заподозрена аденома, но это образование не удалось подтвердить по скинтиграфии (n=9) или она не проводилась (n=6). Диагностические возможности УЗИ представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, только у 9 пациентов на дооперационном этапе выявлена паратиреома. Стоит отметить, что повторное УЗИ тем же специалистом после визуализации на ПЭТ/КТ позволило выявить паратиреома в 50% случаев.

Скинтиграфия ПЩЖ выполнена 25 пациентам: у 4 она отрицательная, а у 12 не совпадала с результатами УЗИ. Диагностические возможности скинтиграфии представлены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, у 14 пациентов скинтиграфия позволила выявить паратиреома.

Из 41 удаленного образования 15 были размерами менее 10 мм и все были распознаны по ПЭТ/КТ. Диагностические возможности ПЭТ/КТ с ¹¹С-холином представлены в табл. 3.

Полученные данные позволили рассчитать диагностическую точность ПЭТ/КТ с ¹¹С-холином, УЗИ шеи и статической скинтиграфии ПЩЖ, которая составила 95,5% (95% ДИ 90,9–98,1), 75,8% (95% ДИ 67,9–82,5) и 79,6% (95% ДИ 72,1–85,7) соответственно.

Таблица 4. Эффективность методов у исследуемой когорты пациентов, %			
Параметр	ПЭТ КТ	УЗИ	Сцинтиграфия
Точность (ДИ 95%)	95,5 (90,9–98,1)	75,8 (67,9–82,5)	79,6 (72,1–85,7)
Чувствительность	90,2 (78,5–96,6)	22,0 (11,5–36,3)	34,2 (21,1–49,4)
Специфичность	97,8 (93,1–99,5)	100,0 (97,3–100,0)	100,0 (97,3–100,0)
Прогностическая ценность положительного результата теста	94,9 (84,5–98,9)	100,0 (76,2–100,0)	100,0 (83,8–100,0)
Прогностическая ценность отрицательного результата теста	95,7 (90,1–98,5)	74,0 (65,7–81,1)	77,1 (68,9–84,0)

Чувствительность составила 90,2% (95% ДИ 78,5–96,6), 22,0% (95% ДИ 11,5–36,3) и 34,2% (95% ДИ 21,1–49,4) соответственно, специфичность – 97,8% (95% ДИ 93,1–99,5%), 100,0% (95% ДИ 97,3–100,0), 100,0% (95% ДИ 97,3–100) соответственно.

Положительная прогностическая ценность составила 94,9% (95% ДИ 84,5–98,9%), 100,0% (95% ДИ 76,2–100,0), 100,0% (95% ДИ 83,8–100,0%) соответственно, отрицательная прогностическая ценность – 95,7% (95% ДИ 90,1–98,5%), 74,0% (95% ДИ 65,7–81,1%) и 77,1% (95% ДИ 68,9–84,0%) соответственно.

Эффективность методов у исследуемой когорты пациентов представлена в табл. 4.

Как видно из табл. 4, ПЭТ/КТ с ¹¹C-холином показывает наибольшую эффективность в исследуемой когорте пациентов.

Обсуждение

Мы придерживаемся мнения о необходимости четкой предоперационной локализации предполагаемой аденомы, поэтому в случае неэффективности стандартной визуализации направляем пациента на ПЭТ/КТ с ¹¹C-холином. Альтернативная точка зрения заключается в том, что при неэффективности методов 1-й линии следует выполнять традиционную ревизию шеи, не прибегая к дополнительным обследованиям. Так, А. Khokar и соавт. в своем исследовании сообщают, что при явных симптомах ПГПТ и отсутствии визуализации предполагаемых аденом по данным УЗИ и сцинтиграфии их тактика ведения пациента – оперативное вмешательство в объеме ревизии шеи [10].

Среди 334 прооперированных в нашей клинике пациентов у 10% стандартные методы визуализации оказались неэффективными, что потребовало выполнения дополнительного исследования. Ограничение стандартных методов объясняется в первую очередь тем, что у 15–20% пациентов ПГПТ вызван множественным поражением ПЩЖ, однако это не единственный фактор, снижающий чувствительность визуализации [11].

К сожалению, даже при работе опытных хирургов менее чем в 5% случаев при проведении селективной паратиреоидэктомии может потребоваться повторная операция у пациентов с персистирующим (пПГПТ) или рецидивирующим ПГПТ. Основные факторы риска развития персистирующего заболевания – неизвестная локализация эктопии во время 1-й операции (выявленная у 60% пациентов с пПГПТ) [12], нераспознанное множественное поражение ПЩЖ (у 20% пациентов) [13] и отрицательные результаты предоперационной визуализации (26% случаев пПГПТ вместо менее чем 2%) [14]. Повторная операция на шее представляет собой техническую проблему из-за образования рубцов и искаженной анатомии, что затрудняет выявление патологии ПЩЖ, приводит к 5-кратному увеличению риска повторного повреждения гортанного

нерва и может быть связано со случаями послеоперационного стойкого гипопаратиреоза (до 20%) [15, 16]. С такой же проблемой сталкиваются пациенты, перенесшие в анамнезе серьезные операции на шее, в частности тотальную тиреоидэктомию. Таким образом, в сложной популяции пациентов точная локализация с помощью визуализации имеет решающее значение для достижения безопасного и окончательного излечения.

Широкий спектр традиционных методов визуализации, используемых для выявления аденом ПЩЖ, – отчасти результат того, что все они имеют свои ограничения. Методы 1-й линии инструментальной диагностики при ПГПТ – УЗИ и радионуклидные исследования (сцинтиграфия, однофотонная эмиссионная КТ – ОФЭКТ, ОФЭКТ/КТ). Методы 2-й линии диагностики – мультиспиральная КТ с контрастным усилением, магнитно-резонансная томография, 4D-КТ, ПЭТ, ПЭТ/КТ [17].

Нормальную ПЩЖ трудно достоверно определить на УЗИ. Чувствительность УЗИ в случае солитарного образования опухоли щитовидной железы (ОЩЖ) по различным данным варьируется от 76 до 91% и во многом зависит от квалификации специалиста. Специфичность метода может достигать 96%. Установлены высокая положительная прогностическая значимость и диагностическая точность УЗИ ОЩЖ (93,2 и 88% соответственно) [17].

Чувствительность метода в нашем исследовании составила 22%, что можно объяснить, во-первых, наличием у 17 (51,5%) пациентов узловых образований. Известно, что сопутствующая узловатая патология, частота которой по данным некоторых наблюдений составляет 51,4%, значительно снижает чувствительность метода. Ограничение метода связано еще и с тем, что он наиболее эффективен при расположении аденомы ОЩЖ вблизи щитовидной железы и шейной части вилочковой железы. Возможности метода резко ограничены при образованиях ОЩЖ, расположенных ретротрахеально, ретрозофагеально или в случае их эктопии в средостение [18]. Чувствительность метода снижается при множественном поражении, что присутствует и в данной когорте пациентов – у 8 удалено по 2 железы. Особенность метода, кроме перечисленного, заключается в его зависимости от квалификации и профиля специалиста. Показано, что при выполнении УЗИ хирургами, проводящими операции на ПЩЖ, чувствительность метода была выше [19].

Сцинтиграфия – еще один метод визуализации 1-й линии, включенный в наше исследование. Из-за большого количества митохондрий в оксифильных клетках гиперфункционирующих ПЩЖ наблюдается высокое накопление Технеция [^{99m}Tc] сестамиби. Чувствительность метода может варьироваться в широком диапазоне от 54 до 96%, в среднем составляя около 88% в случае солитарного образования ОЩЖ.

Множественное поражение ассоциировано со значимым снижением чувствительности: до 33% при наличии двух аденом ОЩЖ и до 44% в случае гиперплазии 4 ОЩЖ [17]. Чувствительность метода 34,2%, полученную в нашем исследовании, можно также объяснить множественным поражением ПЩЖ в исследуемой когорте. При использовании планарной сцинтиграфии или ОФЭКТ чувствительность выше при аденомах по сравнению с гиперплазией. Гиперпластические ПЩЖ обычно меньше аденом, что приводит к снижению чувствительности радионуклидной визуализации [20]. Это еще один фактор, с которым могут быть связаны низкие результаты метода у этой группы пациентов: среди 41 удаленного образования 7 по данным патоморфологического исследования оказались гиперпластическими ПЩЖ.

Преимущество радионуклидной визуализации ПЩЖ перед УЗИ заключается в выявлении эктопических желез [21], а также в более легком распознавании расположенных сзади верхних желез [22]. Возможно, это также по-

звояет легче визуализировать гиперфункционирующие ПЩЖ, расположенные в типичных местах, на фоне тиреоидита. Известно, что при тиреоидите обычно увеличиваются лимфатические узлы, которые иногда имитируют гиперфункцию ПЩЖ при УЗИ [20].

Как мы отметили ранее, оба метода, как УЗИ, так и сцинтиграфия, имеют преимущества и недостатки. Комбинация этих методов – общепризнанный «золотой стандарт» предоперационной визуализации, тем не менее она не всегда достаточна, о чем и свидетельствуют данные нашей работы. В этих сложных случаях ПЭТ/КТ с 11С-холином показал высокую эффективность.

В нашем исследовании точность ПЭТ/КТ с 11С-холином составила 95,5% (95% ДИ 90,9–98,1), чувствительность – 90,2% (95% ДИ 78,5–96,6), специфичность – 97,8% (95% ДИ 93,1–99,5), положительная прогностическая ценность – 94,9% (95% ДИ 84,5–98,9), отрицательная прогностическая ценность – 95,7% (95% ДИ 90,1–98,5). Полученные результаты согласуются с имеющимися литературными данными. В исследовании Z. Zhang и соавт., сравнивающих эффективность методов стандартной визуализации и ПЭТ/КТ с 11С-холином, чувствительность составила 88,6% [23]. В трех других исследованиях чувствительность составляла 87,0, 92,3 и 98,8% соответственно [24–26]. В исследовании сравнительной эффективности ПЭТ/КТ с 11С-метионином и 11С-холином при визуализации аденом ПЩЖ К.А. Погосян и соавт. выявили чувствительность и специфичность для ПЭТ/КТ с 11С-холином 92 и 87% соответственно [27].

Кроме того, в нашем исследовании ПЭТ/КТ показала высокую чувствительность в отношении множественного поражения: из 8 пациентов с двойными паратиреомами у 5 они были точно локализованы, еще в 2 случаях ПЭТ выявила одну пораженную железу. Однако в случае двойной гиперплазии не выявлена ни одна железа.

Большинство ПЭТ/КТ-сканеров оснащены низкодозными компьютерными томографами более высокого качества, чем большая часть ОФЭКТ/КТ-сканеров, что позволяет получать анатомические изображения с более высоким разрешением. Таким образом, локализация активности радиоактивных индикаторов в мелких очагах поражения, вероятно, будет лучше, чем при обычной ядерной визуализации, даже при добавлении ОФЭКТ/КТ. Из 41 удаленного образования 15 были размерами менее 10 мм, и все из них были распознаны ПЭТ/КТ. Кроме того, холин, – по-видимому, очень хороший радиоактивный индикатор для накопления в аденомах ПЩЖ, а не в близлежащих тканях. Более того, ПЭТ/КТ с 11С-холином может быть выполнена практически всем, включая пациентов с почечной недостаточностью, кардиостимуляторами и клаустрофобией, которые в противном случае не смогли бы пройти магнитно-резонансную томографию. Наконец, короткий физический период полураспада 11С-холина (20,4 мин) в сочетании с КТ в низких дозах приводит к гораздо меньшему радиационному облучению, чем традиционные ядерные методы и 4D-КТ. В целом, учитывая представленные здесь данные, причины для использования ПЭТ/КТ с 11С-холином для оценки аденом ПЩЖ перед операцией убедительны. Однако стоит отметить, что короткий период полураспада 11С-холина в значительной степени ограничивает его применение небольшим числом учреждений, имеющих отделения изготовления радиофармацевтических лекарственных препаратов, оснащенных циклотронами [28].

Заключение

Использование оптимизированной визуализации 1-й линии для выявления и точной локализации гиперфункционирующих ПЩЖ важно, поскольку правильно проведенная 1-я операция – залог успешного излечения пациентов. Сочетание сцинтиграфии с Технеция [99mTc] сестамиби и УЗИ, выполненного опытным специалистом, –

широкодоступная и признанная стратегия 1-й линии. Существуют различные протоколы для Технеция [99mTc] сестамиби-сцинтиграфии. Широко используемая методика – двухфазная визуализация с ОФЭКТ/КТ. Двухизотопная (субтракционная) визуализация – ценный альтернативный вариант. ПЭТ/КТ с 11С-холином продемонстрировала высокую эффективность в предоперационной оценке локализации аденом ПЩЖ, даже в тех случаях, когда результаты визуализации методов 1-й линии оказались неоднозначными. Мы используем метод в сложных случаях, хотя потенциально его можно рассматривать как альтернативу методам 1-й линии. Этот вопрос остается открытым и требует накопления достаточного количества исследований, сравнивающих экономическую целесообразность.

Раскрытие интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure of interest. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. М.Е. Борискова – концептуализация, написание, рецензирование и редактирование; П.А. Панкова – исследование; Л.А. Хамид – написание, первоначальный вариант; М.А. Быков – методология; Д.В. Зуйкевич – программное обеспечение; К.В. Валиахмедова – курация данных; З.М. Улимбашева – визуализация; К.А. Погосян – ресурсы; Т.Л. Каронова – формальный анализ; Д.В. Рыжкова – надзор.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. M.E. Boriskova – conceptualization, writing, reviewing and editing; P.A. Pankova – research; L.A. Hamid – writing, initial version; M.A. Bykov – methodology; D.V. Zuikevich – software; K.V. Valiakhmedova – data curation; Z.M. Ulimbasheva – visualization; K.A. Poghosyan – resources; T.L. Karonova – formal analysis; D.V. Ryzhkova – supervision.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Информированное согласие на публикацию. Пациенты подписали форму добровольного информированного согласия на публикацию медицинской информации.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patients for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

Литература/References

1. Bilezikian JP, Brandi ML, Eastell R, et al. Guidelines for the management of asymptomatic primary hyperparathyroidism: summary statement from the Fourth International Workshop. *J Clin Endocrinol Metab.* 2014;99(10):3561-9. DOI:10.1210/jc.2014-1413
2. Felger EA, Kandil E. Primary hyperparathyroidism. *Otolaryngol Clin North Am.* 2010;43(2):417-32. DOI:10.1016/j.otc.2010.01.009
3. Insogna KL. Primary Hyperparathyroidism. *N Engl J Med.* 2018;379(11):1050-9. DOI:10.1056/NEJMcip1714213
4. DeLellis RA, Mazzaglia P, Mangray S. Primary hyperparathyroidism: a current perspective. *Arch Pathol Lab Med.* 2008;132(8):1251-62. DOI:10.5858/2008-132-1251-PHACP
5. Lloyd RV, Osamura RY, Klöppel G, Rosai J. WHO Classification of Tumours of Endocrine Organs. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer, 2017.
6. Morris MA, Saboury B, Ahlman M, et al. Parathyroid Imaging: Past, Present, and Future. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2022;25:12:760419. DOI:10.3389/fendo.2021.760419
7. Sukan A, Reyhan M, Aydin M, et al. Preoperative evaluation of hyperparathyroidism: the role of dual-phase parathyroid scintigraphy and ultrasound imaging. *Ann Nucl Med.* 2008;22(2):123-31. DOI:10.1007/s12149-007-0086-z
8. Patel CN, Salahudeen HM, Lansdown M, Scarsbrook AF. Clinical utility of ultrasound and 99mTc sestamibi SPECT/CT for preoperative localization of parathyroid adenoma in patients with primary hyperparathyroidism. *Clin Radiol.* 2010;65(4):278-87. DOI:10.1016/j.crad.2009.12.005

9. Hodolic M, Huchet V, Balogova S, et al. Incidental uptake of (18)F-fluorocholine (FCH) in the head or in the neck of patients with prostate cancer. *Radiol Oncol*. 2014;48(3):228-34. DOI:10.2478/raon-2013-0075
10. Khokar AM, Kuchta KM, Moo-Young TA, et al. Increasing trend of bilateral neck exploration in primary hyperparathyroidism. *Am J Surg*. 2020;219(3):466-70. DOI:10.1016/j.amjsurg.2019.09.039
11. Chakrabarty N, Mahajan A, Basu S, D'Cruz AK. Imaging Recommendations for Diagnosis and Management of Primary Parathyroid Pathologies: A Comprehensive Review. *Cancers (Basel)*. 2024;16(14):2593. DOI:10.3390/cancers16142593
12. Gough I (2006) Reoperative parathyroid surgery: the importance of ectopic location and multigland disease. *ANZ J Surg*. 76:1048-50. DOI:10.1111/j.1445-2197.2006.03931.x
13. Jaskowiak N, Norton JA, Alexander HR, et al. A prospective trial evaluating a standard approach to reoperation for missed parathyroid adenoma. *Ann Surg*. 1996;224:308-20. DOI:10.1097/0000658-199609000-00007
14. Bergenfelz AO, Wallin G, Jansson S, et al. Results of surgery for sporadic primary hyperparathyroidism in patients with preoperatively negative sestamibi scintigraphy and ultrasound. *Langenbeck's Arch Surg*. 2011;396:83-90. DOI:10.1007/s00423-010-0724-0
15. Parikh PP, Farra JC, Allan BJ, et al. Long-term effectiveness of localization studies and intraoperative parathormone monitoring in patients undergoing reoperative parathyroidectomy for persistent or recurrent hyperparathyroidism. *Am J Surg*. 2015;210:117-22 DOI: 10.1016/j.amjsurg.2014.09.039
16. Karakas E, Muller HH, Schlosshauer T, et al. Reoperations for primary hyperparathyroidism – improvement of outcome over two decades. *Langenbeck's Arch Surg*. 2013;398:99-106. DOI: 10.1007/s00423-012-1004-y
17. Мокрышева Н.Г., Еремкина А.К., Мирная С.С., и др. Клинические рекомендации по первичному гиперпаратиреозу, краткая версия. *Проблемы эндокринологии*. 2021;4. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/klinicheskie-rekomendatsii-po-pervichnomu-giperparatireozu-kratkaya-versiya>. Ссылка активна на 12.02.2025 [Mokrysheva NG, Eremkina AK, Mirnaia SS, et al. Klinicheskie rekomendatsii po pervichnomu giperparatireozu, kratkaia versia. *Problemy endokrinologii*. 2021;4. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/klinicheskie-rekomendatsii-po-pervichnomu-giperparatireozu-kratkaya-versiya>. Accessed: 12.02.2025 (in Russian)]. DOI:10.14341/probl12801
18. Животов В.А., Дрожжин А.Ю., Ветшев П.С. Топическая диагностика поражений околощитовидных желез. *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. 2017;4-2. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/topicheskaya-diagnostika-porazheniy-okoloschitovidnykh-zhelez>. Ссылка активна на 12.02.2025 [Zhivotov VA, Drozhzhin Alu, Vetshev PS. Topicheskaya diagnostika porazhenii okoloschitovidnykh zhelez. *Vestnik Natsionalnogo mediko-khirurgicheskogo tsentra im. N.I. Pirogova*. 2017;4-2. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/topicheskaya-diagnostika-porazheniy-okoloschitovidnykh-zhelez> Accessed: 12.02.2025 (in Russian)].
19. Zafereo M, Yu J, Angelos P, Brumund K, et al. American Head and Neck Society Endocrine Surgery Section update on parathyroid imaging for surgical candidates with primary hyperparathyroidism. *Head Neck*. 2019;41(7):2398-409. DOI:10.1002/hed.25781
20. Petranović Ovcariček P, Giovanella L, Carrió Gasset I, et al. The EANM practice guidelines for parathyroid imaging. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2021;48(9):2801-22. DOI:10.1007/s00259-021-05334-y
21. Udelsman R. Six hundred fifty-six consecutive explorations for primary hyperparathyroidism. *Ann Surg*. 2002;235(5):665-70. DOI:10.1097/0000658-200205000-00008
22. Harari A, Mitmaker E, Grogan RH, et al. Primary hyperparathyroidism patients with positive pre-operative sestamibi scan and negative ultrasound are more likely to have posteriorly located upper gland adenomas (PLUGs). *Ann Surg Oncol*. 2011;18(6):1717-22. DOI:10.1245/s10434-010-1493-2
23. Zhang Z, Zhao M, Chen B, et al. Comparative Analysis of Diagnostic Efficacy in Primary Hyperparathyroidism: A Comparison Analysis of 11C-Choline PET/CT, Neck Ultrasonography, 99mTc-MIBI Dual-Phase Planar Scintigraphy, and 99mTc-MIBI SPECT/CT Imaging. *J Cancer*. 2024;15(7):1863-9. DOI:10.7150/jca.91483
24. Orevi M, Freedman N, Mishani E, et al. Localization of parathyroid adenoma by ¹¹C-choline PET/CT: preliminary results. *Clin Nucl Med*. 2014;39(12):1033-8. DOI:10.1097/RLU.0000000000000607
25. Ismail A, Christensen JW, Krakauer M, et al. 11C-Choline PET/CT vs. 99mTc-MIBI/123Iodine Subtraction SPECT/CT for Preoperative Detection of Abnormal Parathyroid Glands in Primary Hyperparathyroidism: A Prospective, Single-Centre Clinical Trial in 60 Patients. *Diagnostics (Basel)*. 2020;10(11):975. DOI:10.3390/diagnostics10110975
26. Liu Y, Dang Y, Huo L, et al. Preoperative Localization of Adenomas in Primary Hyperparathyroidism: The Value of 11C-Choline PET/CT in Patients with Negative or Discordant Findings on Ultrasonography and 99mTc-Sestamibi SPECT/CT. *J Nucl Med*. 2020;61(4):584-9. DOI:10.2967/jnumed.119.233213
27. Погосян К.А., Каронова Т.Л., Рыжкова Д.В., и др. Сравнение ПЭТ/КТ с ¹¹C-метионином и ¹¹C-холином при визуализации аденом околощитовидных желез: проспективное исследование. *Лучевая диагностика и терапия*. 2024;15(2):45-52 [Pogosian KA, Karonova TL, Ryzhkova DV, et al. Comparison of 11C-methionine and 11C-choline pet/ct for parathyroid visualization: a prospective study. *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2024;15(2):45-52 (in Russian)]. DOI:10.22328/2079-5343-2024-15-2-45-52
28. Parvinian A, Martin-Macintosh EL, Goenka AH, et al. 11C-Choline PET/CT for Detection and Localization of Parathyroid Adenomas. *AJR Am J Roentgenol*. 2018;210(2):418-22. DOI:10.2214/AJR.17.18312

Статья поступила в редакцию / The article received: 29.04.2025

Статья принята к печати / The article accepted for publication: 25.06.2025



OMNIDOCTOR.RU