

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ДИАГНОСТИКИ АДЕНОМЫ ПАРАЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЗИТРОННО-ЭМИССИОННОЙ ТОМОГРАФИИ В СОЧЕТАНИИ С КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИЕЙ С ^{11}C -ХОЛИНОМ

Айзетуллава Г.Р.^{1,2}, Осипов В.Ф.^{1,2}, Балтримас В.С.², Фролова А.С.²

¹БУ «Республиканский клинический госпиталь для ветеранов войн» Минздрава Чувашии, Чебоксары, e-mail: daniyarchik2010@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Чувацкий государственный университет им. И.Н. Ульянова», Чебоксары

Первичный гиперпаратиреоз занимает третье место по распространённости среди эндокринопатий, это в 80-85% случаев обусловлено солитарной аденомой паращитовидных желёз. Точная локализация патологического очага определяет успех хирургического лечения. В данной работе оценивается диагностическая ценность ^{11}C -холиновой позитронно-эмиссионной томографии в сочетании с компьютерной томографией в определении топографии паратиреоидных аденом. На примере клинического случая 69-летней пациентки с первичным гиперпаратиреозом, обусловленным аденомой правой нижней паращитовидной железы, продемонстрированы диагностические возможности метода. В течение полугода у больной наблюдались характерные проявления: кардиальные симптомы, костные деструкции с уменьшением роста. Биохимический анализ выявил типичные изменения: повышение щелочной фосфатазы до 753 Ед/л, гипофосфатемию (0,81 ммоль/л) и гиперкальциемию (3,1 ммоль/л). Применение стандартных методов визуализации (компьютерная томография шеи, двухфазная $^{99\text{mTc}}$ -сестамибисцинтиграфия) не позволило идентифицировать аденому. Решающая диагностическая информация была получена при проведении ^{11}C -холиновой позитронно-эмиссионной томографии в сочетании с компьютерной томографией, что определило хирургическую тактику - селективную паратиреоидэктомию, выполненную в БУ ЧР «Республиканский клинический госпиталь для ветеранов войн». Сравнительный анализ показал, что позитронно-эмиссионная томография в сочетании с компьютерной томографией с ^{11}C -холином обеспечивает: максимальную точность топической диагностики, высокую достоверность результатов, минимальные временные затраты. Таким образом, исследование подтвердило значительные диагностические преимущества ^{11}C -холиновой позитронно-эмиссионной томографии в сочетании с компьютерной томографией перед традиционными методами визуализации при первичном гиперпаратиреозе.

Ключевые слова: позитронно-эмиссионная томография в сочетании с компьютерной томографией, ^{11}C -холин, диагностика, первичный гиперпаратиреоз, аденома паращитовидных желёз, гиперкальциемия, паратиреоидэктомия.

A CLINICAL CASE OF DIAGNOSIS OF PARATHYROID ADENOMA USING PET/CT EXAMINATION WITH ^{11}C -CHOLINE

Aizetullova G.R.^{1,2}, Osipov V.F.^{1,2}, Baltrimas V.S.², Frolova A.S.²

¹BU "Republican Clinical Hospital for War Veterans" of the Ministry of Health of Chuvashia, Cheboksary, e-mail: daniyarchik2010@mail.ru;

²Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary

Primary hyperparathyroidism ranks third in prevalence among endocrinopathies, in 80-85% of cases due to solitary adenoma of the parathyroid glands. The exact localization of the pathological focus determines the success of surgical treatment. This work evaluates the diagnostic value of ^{11}C -choline positron emission tomography in combination with computed tomography in determining the topography of parathyroid adenomas. Using the example of a clinical case of a 69-year-old patient with primary hyperparathyroidism caused by an adenoma of the right lower parathyroid gland, the diagnostic capabilities of the method are demonstrated. Within six months, the patient had characteristic manifestations: cardiac symptoms, bone destruction with a decrease in height. Biochemical analysis revealed typical changes: an increase in alkaline phosphatase to 753 U/l, hypophosphatemia (0.81 mmol/l) and hypercalcemia (3.1 mmol/l). The use of standard imaging techniques (computed tomography of the neck, two-phase $^{99\text{mTc}}$ -MBI scintigraphy) did not allow the identification of adenoma. Crucial diagnostic information was obtained during ^{11}C -choline positron emission tomography in combination with computed tomography, which determined the surgical tactic - total parathyroidectomy performed at the Republican Clinical Hospital for War Veterans. Comparative analysis has shown that positron

emission tomography in combination with computed tomography with ^{11}C -choline provides: maximum accuracy of topical diagnostics, high reliability of results, minimum time expenditure. Thus, the study confirmed the significant diagnostic advantages of ^{11}C -choline positron emission tomography in combination with computed tomography over traditional imaging methods for primary hyperparathyroidism.

Keywords: Positron emission tomography in combination with computed tomography, ^{11}C -choline, diagnosis, primary hyperparathyroidism, parathyroid adenoma, hypercalcemia, parathyroidectomy.

Введение

Среди эндокринных патологий первичный гиперпаратиреоз (ПГПТ) занимает третье место по частоте встречаемости, уступая лишь сахарному диабету и гипертиреозу. Согласно эпидемиологическим исследованиям, распространенность заболевания составляет 1-2 случая на 1000 населения, с выраженной гендерной предрасположенностью - женщины болеют в 2-3 раза чаще мужчин [1; 2]. Широкомасштабные эпидемиологические исследования в Российской Федерации не проводились. Результаты анализа 1914 пациентов с ПГПТ (Российский регистр пациентов с первичным гиперпаратиреозом) на декабрь 2017 года показывает возрастание заболевания по городу Москва [3; 4]. В настоящее время ПГПТ чаще всего диагностируется после случайно обнаруженной гиперкальциемии при плановых обследованиях или когда у пациентов появляются типичные клинические симптомы: камни в почках, снижение минеральной плотности костей/переломы, желудочно-кишечные расстройства [5]. Наиболее частой причиной является автономная продукция ПТГ одиночной аденомой паращитовидной железы (ПЩЖ), расположенной позади или непосредственно под щитовидной железой [6]. Оперативное вмешательство остаётся золотым стандартом в избавлении от ПГПТ.

При ПГПТ предоперационное выявление локализации гиперфункционирующих аденом ПЩЖ играет ключевую роль в планировании оперативного вмешательства. Методы визуализации, используемые в разных учреждениях, различаются в зависимости от местного опыта и доступности, но обычно включают в себя ультразвуковое исследование шеи с высоким разрешением, сцинтиграфию паращитовидных желез с $[^{99\text{m}}\text{Tc}]$ -сестамиби со спектральной компьютерной томографией (SPECT/CT) и без него [7-9]. Преимуществом $[^{99\text{m}}\text{Tc}]$ -сестамиби-сцинтиграфии является широкая доступность и стандартизация этого диагностического метода в ядерной медицине [10]. Если опухоль не удастся точно локализовать для выявления патологии, может быть выполнено исследование в процессе двустороннего оперативного вмешательства. Однако в настоящее время предпочтение отдается расширенной диагностике, что может быть предложено пациенту в качестве альтернативы – позитронно-эмиссионная томография в сочетании с компьютерной томографией (ПЭТ/КТ) с ^{11}C -холином, которая доказала свою эффективность в таких ситуациях [11-13]. Холин может быть мечен ^{18}F или ^{11}C . ^{18}F -холин имеет период полураспада 110 минут, в то время как ^{11}C -холин - всего 20 минут, что ограничивает его применение

центрами с собственным циклотроном. Основное отличие в биораспределении между ними заключается в почечной экскреции: ^{18}F -холин выводится почками, а ^{11}C -холин - нет. Физиология поглощения $^{11}\text{C}/^{18}\text{F}$ -холина неизвестна, но может быть основана на повышенной концентрации фосфатидилхолина в клетках парашитовидной железы [12].

ПЭТ/КТ-визуализация с ^{11}C -холином была случайно обнаружена, как применимая для локализации ПГПТ, в 2014 году. В последние годы она привлекает все большее внимание [14]. Несмотря на то, что холин ПЭТ/КТ постепенно вытесняет традиционные методы визуализации во многих центрах, этот подход остается относительно новым - по данным мировых исследований, выполнено менее 1000 сканирований, что объясняется как дефицитом опытных специалистов в области ядерной медицины, так и отсутствием четких критериев подготовки для достижения экспертного уровня [14].

На базе хирургического отделения БУ ЧР «Республиканский клинический госпиталь для ветеранов войн» МЗ ЧР из 524 пациентов с ПГПТ оперативное лечение проведено 168 больным. Пятерым из них выполнено ПЭТ/КТ с ^{11}C -холином для уточнения локализации патологического очага. У трёх пациентов была выявлена аденома парашитовидной железы, причём в разных анатомических областях, что позволило выполнить хирургическое вмешательство без осложнений.

Цель исследования

Определить вклад ^{11}C -холина ПЭТ/КТ в топической диагностике аденомы ПЩЖ.

Материалы и методы исследования

Работа выполнена на базе БУ ЧР «Республиканский клинический госпиталь для ветеранов войн» Министерства здравоохранения Чувашской Республики, где проведен ретроспективный анализ клинического случая пациента с верифицированным диагнозом первичного гиперпаратиреоза.

Пациентка Т., 69 лет. С 13.09.2024 г. по 23.09.2024 г. находилась на дневном стационаре хирургического отделения ГБУ Республики Марий Эл «Мокринская центральная больница» с диагнозом: «Гонартроз 2 стадии с болевым синдромом слева. Сахарный диабет 2 типа инсулиннезависимый. Гипертоническая болезнь 2 стадии, 1 степень, риск 3».

По данным проведенных анализов от 13.09.2024 года отмечено повышение щелочной фосфатазы до 719,3 (ед./л).

После выписки из больницы в течение пяти месяцев предъявляла жалобы на учащенное сердцебиение, ломоту в теле, боли в коленных суставах с разной интенсивностью, не связанные с физической нагрузкой, уменьшение в росте. На территории Чувашской Республики 13.02.2025 года была проведена лабораторная диагностика, при которой были выявлены: ПГТ - 298,4 пг/мл (16-65), витамин D3 18,1 нг/мл (30-100), кальций 3,1 ммоль/л,

альбумин 48,2 г/л (35-52), альбумин – скорректированный кальций 2,936 ммоль/л (2,15-2,6), фосфор неорганический – 0,81 ммоль/л, ЩФ – 753 ЕД/л (до 258), креатинин – 70 мкмоль/л, СКФ по формуле СКD-EPI – 76 мл/мин./1,73 м², СКФ по формуле Кокрофта - Голта – 64 мл/мин. На основании полученных данных поставлен предварительный диагноз – первичный гиперпаратиреоз.

В связи с подтвержденными лабораторными данными ПГПТ проведена топическая диагностика. По данным КТ-исследования шеи по нижней поверхности правой доли щитовидной железы определяется овоидной формы образование размерами 5х9х7 мм, аналогичное образование по нижней поверхности левой доли размерами 3х4х3 мм. Заключение: КТ-картина может соответствовать аденоме правой нижней паращитовидной железы.

В связи с тем, что ПГПТ проявляется многосимптомной клинической картиной, вовлекающей в патологический процесс различные органы и системы, было проведено ультразвуковое исследование (УЗИ) органов брюшной полости (ОБП), при котором обнаруживаются диффузные изменения паренхимы и уплотнение ЧЛС обеих почек, признаки хронического цистита, конкремент в почке. Для определения спектра и тяжести костных нарушений провели: рентгенографию коленных суставов в прямой проекции – заострение внутренних межмышечковых возвышений; рентгенографию поясничного отдела позвоночника в 2-х проекциях: краевые костные заострения передних «рентген-углов» тел поясничных позвонков, артрозы дугоотростчатых суставов, повышена рентген-прозрачность видимых костей. По данным остеоденситометрии: остеопороз смешанного генеза (вторичный на фоне первичного гиперпаратиреоза + постменопаузальный) без переломов с преимущественным снижением минеральной плотности костной ткани (МПК) поясничных позвонков. 20.02.2025 года дополнительно была проведена двухфазная сцинтиграфия паращитовидных желез с [99mTc]-сестамиби (Технетрилом). Это исследование проводится в течение 3 часов и включает в себя два внутривенных введения. Протокол исследования: на сцинтиграммах щитовидной и паращитовидных желез, выполненных через 20 мин. и 2 часа после введения туморотропного радиофармпрепарата (РФП) ([99mTc]-сестамиби-Технетрила), определяется физиологическое накопление радиоиндикатора в околоушных, поднижнечелюстных железах и миокарде. В тиреоидную фазу определяется симметричное распределение радиофармпрепарата в ткани щитовидной железы, очагов гипер/гипофиксации РФП на этом фоне не выявлено. В паратиреоидную фазу отмечается практически полное вымывание радиоиндикатора из ткани щитовидной железы, без видимых очагов гиперфиксации. По данным однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) и КТ шеи от 13.02.2025 г. очаги под нижними полюсами обеих долей щитовидной железы -

без признаков метаболической активности. Мягкие ткани шеи контурируются. Щитовидная железа типичного расположения, имеет ровные четкие контуры, не увеличена. Заключение: сцинтиграфических и ОФЭКТ признаков аденомы паращитовидных желез не обнаружено.

Так как данных КТ-исследования шеи недостаточно для постановки диагноза аденомы ПЩЖ, а проведение сцинтиграфии не дало результатов, пациентку направили на ПЭТ/КТ-исследование с ^{11}C -холином. В результате проведения ПЭТ/КТ у нижнего полюса правой доли щитовидной железы, на 4 мм каудальнее, обнаружили образование размерами 10х6х12 мм, с повышенным накоплением РФП, $\text{SUVlbmax}=1,05$. Картина соответствует образованию правой нижней паращитовидной железы с умеренным метаболизмом аминокислот.

С учетом анамнестических данных, клинико-рентгенологических и лабораторно-инструментальных исследований был выставлен окончательный диагноз: E21.0 Гиперпаратиреоз первичный. Аденома правой нижней паращитовидной железы. Осложнения: остеопороз смешанного генеза (вторичный на фоне ПГПТ + постменопаузальный) без переломов с преимущественным снижением МПК поясничных позвонков (Т-критерий: -4,4SD. МКБ: конкремент в почке).

После проведенных обследований была направлена к хирургу в БУ РКГДВВ эндокринологом. Госпитализирована на плановое оперативное лечение.

Выполнена селективная паратиреоидэктомия под интубационным наркозом. Доступ осуществлён через разрез Кохера по передней поверхности шеи с послойным рассечением кожи, подкожно-жировой клетчатки и разведением поверхностных мышц.

При ревизии правая доля щитовидной железы оказалась нормальных размеров (45×15×18 мм) без узловых образований. Регионарные лимфоузлы не увеличены, подвижны. В проекции нижнего полюса правой доли щитовидной железы выявлена аденома правой нижней паращитовидной железы размером до 12×10×8 мм, которая была удалена. Также резецирована прилегающая правая нижняя паращитовидная железа (5×5 мм, коричневого цвета).

Проведён гемостаз, дренирование послеоперационной раны с наложением послойных швов и асептической повязки. Взяты гистологические образцы удалённой аденомы. Интраоперационных осложнений не зафиксировано. Интраоперационно был взят анализ на паратиреоидный гормон (ПТГ) – 3,32 нмоль/л. Снижение уровня ПТГ свидетельствует о достоверности поставленного диагноза и верно подобранном методе лечения.

В результате проведенной операции пациентка жалоб не предъявляет. Послеоперационный период без осложнений.

Пациентка выписана на этапе восстановления здоровья.

Результаты исследования и их обсуждение

Представленный клинический случай наглядно демонстрирует типичные диагностические сложности при выявлении ПГПТ, осложненного поражением костной ткани. В период с 2024 года по 2025 год у наблюдаемой пациентки остеопороз не связывали с возможным эндокринным нарушением, что привело к задержке в постановке правильного диагноза. Неинформативные результаты инструментальных исследований также замедлили процесс выставления достоверного диагноза. Ранняя диагностика основывается на лабораторных маркерах (общий кальций, альбумин-скорректированный кальций, фосфор, щелочная фосфатаза, ПТГ) и современных методах визуализации.

ПЭТ/КТ-исследование с ^{11}C -холином позволило точно локализовать аденому правой нижней паращитовидной железы с умеренным метаболизмом аминокислот, так как данных КТ-исследования шеи недостаточно для постановки диагноза аденомы ПЩЖ, а проведение сцинтиграфии не дало результатов.

Селективная паратиреоаденомэктомия с интраоперационным измерением ПТГ (снижение с 298,4 пг/мл до 31,32 нмоль/л) подтвердила радикальность вмешательства. Снижение уровня ПТГ свидетельствует о достоверности поставленного диагноза и верно подобранном методе лечения.

Количество проведенных визуализирующих исследований для дооперационного выявления аденомы в данном случае совпадало с литературными данными [15-17]. Ключевым преимуществом работы стало детальное сопоставление результатов предоперационной визуализации с интраоперационными находками. Это позволило не только оценить диагностические возможности различных методов, но и подтвердить их клиническую значимость.

Полученные авторами данные согласуются с результатами исследований Elske Quak, Stéphanie Lheureux, Yves Reznik, Stéphane Bardet, Nicolas Aide [18], подтверждающих высокую эффективность ПЭТ/КТ с ^{11}C -холином. Этот метод следует рассматривать как оптимальный для предоперационной диагностики сложных случаев ПГПТ, особенно при неинформативности стандартных методов.

Однако, несмотря на диагностические преимущества, широкое применение ПЭТ/КТ с ^{11}C -холином ограничено его малой доступностью. В настоящее время метод доступен лишь в специализированных центрах, что не позволяет использовать его для всех пациентов с ПГПТ и отрицательными результатами УЗИ.

Заключение

Результаты проведенного исследования демонстрируют значимые диагностические преимущества метода ПЭТ/КТ с ^{11}C -холином в сравнении с традиционными методами визуализации при выявлении аденом ПЩЖ у пациентов с первичным гиперпаратиреозом.

¹¹C-холин ПЭТ/КТ проявил себя как высокоэффективный диагностический инструмент, обеспечивающий точную топическую диагностику патологически измененных паращитовидных желез, особенно в сложных неоднозначных случаях. Клиническая ценность метода заключается в его способности: существенно повышать точность предоперационной диагностики, минимизировать необходимость интраоперационного поиска патологических образований, оптимизировать планирование хирургического вмешательства, в конечном итоге улучшать результаты оперативного лечения пациентов с первичным гиперпаратиреозом.

Полученные результаты открывают перспективы для более широкого внедрения ПЭТ/КТ с ¹¹C-холином в клиническую практику при диагностике сложных случаев первичного гиперпаратиреоза.

Список литературы

1. Giovanella L., Bacigalupo L., Treglia G., Piccardo A. Will 18F-fluorocholine PET/CT replace other methods of preoperative parathyroid imaging? // *Endocrine*. 2021 Feb;71(2):285-297. PMID: 32892309. DOI: 10.1007/s12020-020-02487-y.
2. Rao S.D. Epidemiology of parathyroid disorders // *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2018. Dec;32(6):773-780. PMID: 30559041. DOI: 10.1016/j.beem.2018.12.003.
3. Мокрышева Н.Г., Еремкина А.К., Мирная С.С., Крупинова Ю.А., Воронкова И.А., Ким И.В., Бельцевич Д.Г., Кузнецов Н.С., Пигарова Е.А., Рожинская Л.Я., Дегтярев М.В., Егшатын Л.В., Румянцев П.О., Андреева Е.Н., Анциферов М.Б., Маркина Н.В., Крюкова И.В., Каронова Т.Л., Лукьянов С.В., Слепцов И.В., Чагай Н.Б., Мельниченко Г.А., Дедов И.И. Клинические рекомендации по первичному гиперпаратиреозу, краткая версия // *Проблемы Эндокринологии*. 2021. Т. 67. № 4. С. 94-124. DOI: 10.14341/probl12801.
4. Ниязова Н.Ф., Турсунова С.Б. Эпидемиология первичного гиперпаратиреоза // *Вестник Авиценны*. 2024.Т. 26. № 2. С. 294-307. DOI: 10.25005/2074-0581-2024-26-2-294-307.
5. Weber T., Dotzenrath C., Dralle H., Niederle B., Riss P., Holzer K., Kußmann J., Trupka A., Negele T., Kaderli R., Karakas E., Weber F., Rayes N., Zielke A., Hermann M., Wicke C., Ladurner R., Vorländer C., Waldmann J., Heizmann O., Wächter S., Schopf S., Timmermann W., Bartsch D.K., Schmidmaier R., Luster M., Schmid K.W., Ketteler M., Dierks C., Schabram P., Steinmüller T., Lorenz K. Management of primary and renal hyperparathyroidism: guidelines from the German Association of Endocrine Surgeons (CAEK) // *Langenbecks Arch Surg*. 2021 May;406(3):571-585. PMID: 33880642. DOI: 10.1007/s00423-021-02173-1.
6. Bilezikian J.P., Bandeira L., Khan A., Cusano N.E. Hyperparathyroidism // *Lancet*. 2018 Jan

13;391(10116):168-178. PMID: 28923463. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)31430-7.

7. Frank E., Ale-Salvo D., Park J., Liu Y., Simental A.Jr., Inman J.C. Preoperative imaging for parathyroid localization in patients with concurrent thyroid disease: A systematic review // *Head Neck*. 2018 Jul;40(7):1577-1587. PMID: 29461661. DOI: 10.1002/hed.25111.

8. Alexandrides T.K., Kouloubi K., Vagenakis A.G., Yarmenitis S., Spyridonidis T., Vassilakos P., Apostolopoulos D. The value of scintigraphy and ultrasonography in the preoperative localization of parathyroid glands in patients with primary hyperparathyroidism and concomitant thyroid disease // *Hormones (Athens)*. 2006 Jan-Mar;5(1):42-51. PMID: 16728384. DOI: 10.14310/horm.2002.11167.

9. Lenschow C., Wennmann A., Hendricks A., Germer C.T., Fassnacht M., Buck A., Werner R.A., Plassmeier L., Schlegel N. Questionable value of [99mTc]-sestamibiscintigraphy in patients with pHPT and negative ultrasound // *Langenbecks Arch Surg*. 2022 Dec;407(8):3661-3669. PMID: 35945299; PMCID: PMC9722861. DOI: 10.1007/s00423-022-02648-9.

10. Morris M.A., Saboury B., Ahlman M., Malayeri A.A., Jones E.C., Chen C.C., Millo C. Parathyroid Imaging: Past, Present, and Future // *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2022 Feb 25;12:760419. PMID: 35283807; PMCID: PMC8914059. DOI: 10.3389/fendo.2021.760419.

11. Noltes M.E., Coester A.M., van der Horst-Schrivers A.N.A., Dorgelo B., Jansen L., Noordzij W., Lemstra C., Brouwers A.H., Kruijff S. Localization of parathyroid adenomas using 11C-methionine pet after prior inconclusive imaging // *Langenbecks Arch Surg*. 2017 Nov;402(7):1109-1117. PMID: 28091771; PMCID: PMC5660832. DOI: 10.1007/s00423-017-1549-x.

12. Traub-Weidinger T., Mayerhoefer M.E., Koperek O., Mitterhauser M., Duan H., Karanikas G., Niederle B., Hoffmann M. 11C-methionine PET/CT imaging of 99mTc-MIBI-SPECT/CT-negative patients with primary hyperparathyroidism and previous neck surgery // *J. ClinEndocrinolMetab*. 2014 Nov;99(11):4199-205. PMID: 25029418. DOI: 10.1210/jc.2014-1267.

13. Braeuning U., PfannenberG C., Gallwitz B., Teichmann R., Mueller M., Dittmann H., Reimold M., Bares R. 11C-methionine PET/CT after inconclusive 99mTc-MIBI-SPECT/CT for localisation of parathyroid adenomas in primary hyperparathyroidism // *Nuklearmedizin*. 2015;54(1):26-30. PMID: 25427653. DOI: 10.3413/Nukmed-0686-14-07.

14. Hodolic M., Huchet V., Balogova S., Michaud L., Kerrou K., Nataf V., Cimitan M., Fettich J., Talbot J.N. Incidental uptake of (18)F-fluorocholine (FCH) in the head or in the neck of patients with prostate cancer // *RadiolOncol*. 2014 Jul 10;48(3):228-34. PMID: 25177236; PMCID: PMC4110078. DOI: 10.2478/raon-2013-0075.

15. Christensen J.W., Jensen L.T., Søndergaard S.B., Broholm R., Haarmark C., Krakauer M., Bennedbæk F.N., Zerahn B., Trolle W., Hahn C.H., Kristensen B. Locating hyperfunctioning

parathyroid glands using ¹¹C-Choline PET/CT: an inter- and intra-observer variation study // Eur J Hybrid Imaging. 2021 Jul 6;5(1):13. PMID: 34227025; PMCID: PMC8257818. DOI: 10.1186/s41824-021-00108-z.

16. Weber T., Luster M. C-11-Methionin-PET/CT zur Lokalisation von Nebenschilddrüsenadenomen [Localization of parathyroid adenomas with C11-methionine PET-CT] // Chirurg. 2014 Jul;85(7):601-6. German. PMID: 24599386. DOI: 10.1007/s00104-013-2695-5.

17. Ikuno M., Yamada T., Shinjo Y., Morimoto T., Kumano R., Yagihashi K., Katabami T., Nakajima Y. Selective venous sampling supports localization of adenoma in primary hyperparathyroidism // Acta Radiol Open. 2018 Feb 28;7(2):2058460118760361. PMID: 29511573; PMCID: PMC5833180. DOI: 10.1177/2058460118760361.

18. Quak E., Lheureux S., Reznik Y., Bardet S., Aide N. F18-choline, a novel PET tracer for parathyroid adenoma? // J. Clin Endocrinol Metab. 2013 Aug;98(8):3111-2. PMID: 23788686. DOI: 10.1210/jc.2013-2084.