



ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -ТЕКТРОТИДОМ В ДИАГНОСТИКЕ ИНСУЛИНОМЫ

© М.Ю. Юкина*, Е.А. Трошина, Н.Ф. Нуралиева, М.В. Дегтярев, Н.Г. Мокрышева

Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии, Москва, Россия

Обоснование. Инсулинома — панкреатическая нейроэндокринная опухоль, проявляющаяся нарушением метаболизма углеводов с развитием гипогликемического синдрома. Применяемые на современном этапе инструментальные методы далеко не всегда позволяют выявить опухоль; более того, нередко полученные данные противоречат друг другу. Таким образом, актуален поиск новых возможностей визуализации инсулиномы.

Цель. Оценка диагностической эффективности сцинтиграфии с однофотонной эмиссионной компьютерной томографией, совмещенной с рентгеновской компьютерной томографией (ОФЭКТ/КТ), с ^{99m}Tc -Тектротидом при инсулиноме в российской когорте больных.

Материалы и методы. Одноцентровое (ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России) одномоментное контролируемое исследование. В период с 2017 по 2021 гг. в исследование включены пациенты с инсулиномой поджелудочной железы (группа 1) и с гиперинсулинемической гипогликемией другого генеза (группа 2) с отрицательными или противоречащими результатами методов визуализации 1-й линии (ультразвуковое исследование (УЗИ), магнитно-резонансная томография (МРТ), компьютерная томография (КТ)). Всем участникам проведены сцинтиграфия всего тела и низкодозная ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -Тектротидом (500–900 МБк). Исследования выполнены на томографе ОФЭКТ/КТ GE Discovery NM/CT 670 с использованием низкоэнергетических коллиматоров высокого разрешения (LEHR) в режиме «все тело».

Результаты. В группе 1 ($n=21$), по результатам патоморфологического исследования, подтверждено наличие 26 инсулин-продуцирующих опухолей. В группу 2 включены 9 пациентов. По данным ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -Тектротидом в группе 1 из 26 инсулин-продуцирующих опухолей поджелудочной железы (ПЖ) диагностировано 14 опухолей, в группе 2 в 100% случаев получены отрицательные результаты. Таким образом, чувствительность и специфичность метода составили: 54%, 95% ДИ [33%; 73%] и 100%, 95% ДИ [68%; 100%] соответственно.

Заключение. ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -Тектротидом позволяет выявить инсулиному в 54% случаев при отрицательных или противоречащих результатах методов визуализации 1-й линии (УЗИ, МРТ, КТ). Данное исследование может эффективно применяться как альтернатива ОФЭКТ/КТ с ^{111}In -октреотидом, в качестве метода 2-й линии при топическом поиске инсулин-продуцирующей опухоли ПЖ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: инсулинома; однофотонная эмиссионная компьютерная томография, совмещенная с рентгеновской компьютерной томографией; ^{99m}Tc -Тектротид.

SPECT/CT WITH ^{99m}Tc -TECTROTIDE IN THE DIAGNOSIS OF INSULINOMA

© Marina Yu. Yukina*, Ekaterina A. Troshina, Nurana F. Nuralieva, Mikhail V. Degtyarev, Natalia G. Mokrysheva

Endocrinology Research Centre, Moscow, Russia

BACKGROUND: Insulinoma is a pancreatic neuroendocrine tumor that manifests by impaired carbohydrate metabolism with the development of hypoglycemic syndrome. The instrumental methods used at the present stage do not always make it possible to identify a tumor; moreover, the data obtained often contradict each other. Thus, the search for new possibilities of visualization of insulinoma is relevant.

AIM: Evaluation of diagnostic effectiveness of scintigraphy with single-photon emission computed tomography combined with X-ray computed tomography (SPECT/CT) with ^{99m}Tc -Tectrotide for insulinoma in a Russian cohort of patients.

MATERIALS AND METHODS: A single-centre (Endocrinology Research Centre of the Ministry of Health of the Russia), experimental, single-stage, controlled study. In the years 2017–2021 patients with pancreatic insulinoma (group 1) and hyperinsulinemic hypoglycemia of a different genesis (group 2) with negative or contradictory results of the 1st line imaging methods (ultrasound, magnetic resonance imaging (MRI), computed tomography (CT)) were included. All participants underwent the whole-body scintigraphy and low-dose SPECT/CT with ^{99m}Tc -Tectrotide (500–900 MBq). The studies were performed on a tomograph of the SPECT/GE Discovery NM/CT 670 using low-energy high-resolution collimators (LEHR) in the «whole body» mode.

RESULTS: In the group 1 ($n=21$), according to the results of a pathomorphological study, the presence of 26 insulin-producing tumors was confirmed. Group 2 included 9 patients. According to the SPECT/CT with ^{99m}Tc -Tectrotide, 14 tumors were diagnosed in group 1 out of 26 insulin-producing tumors of the pancreas, and negative results were obtained in group 2 in 100%

*Автор, ответственный за переписку / Corresponding author.



of cases. Thus, the sensitivity and specificity of the method were: 54%, 95% CI [33%; 73%] and 100%, 95% CI [68%; 100%], respectively.

CONCLUSION: SPECT/CT with ^{99m}Tc -Tectrotide can detect insulinoma in 54% of cases with negative or contradictory results of 1st-line imaging methods (ultrasound, MRI, CT). This study can be effectively used as an alternative to SPECT/CT with ^{111}In -octreotide, as a 2nd-line method for topical search for an insulin-producing pancreatic tumor.

KEYWORDS: *insulinoma; single-photon emission computed tomography combined with X-ray computed tomography; ^{99m}Tc -Tectrotide.*

ОБОСНОВАНИЕ

Инсулинома — панкреатическая нейроэндокринная опухоль (НЭО), проявляющаяся нарушением метаболизма углеводов с развитием гипогликемического синдрома [1, 2]. Полноценная топическая диагностика позволяет оценить операбельность опухоли, выбрать оптимальный объем и доступ оперативного вмешательства [3]. Стандартные инструментальные методы анатомической визуализации: ультразвуковое исследование (УЗИ), компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ) выявляют опухоль только в 75% случаев, и почти в 50% случаев полученные данные противоречат друг другу [2, 3]. При помощи инвазивных методов (ангиография, артериально-стимулированный венозный забор крови, эндоскопическое УЗИ), сопряженных с риском различных осложнений, большой стоимостью и длительностью исследования, также далеко не всегда удается выявить опухоль [4–6]. Таким образом, необходим поиск новых возможностей визуализации опухоли.

Применение функциональных исследований для топической диагностики инсулиномы основано на наличии экспрессии рецепторов к соматостатину на поверхности клеток опухоли. Так, широко применяются методы радионуклидной диагностики — сцинтиграфия и однофотонная эмиссионная компьютерная томография, совмещенная с рентгеновской компьютерной томографией (ОФЭКТ/КТ) с ^{111}In -октреотидом, которые выявляют инсулиному примерно у половины пациентов, в том числе эктопическую [7–11]. Преимуществом ОФЭКТ-КТ перед классической планарной сцинтиграфией и ОФЭКТ является возможность получить гибридное трехмерное изображение накопления радиофармпрепарата (РФП) в теле, совмещенное с рентгеновской компьютерной томографией. Главным недостатком ОФЭКТ/КТ с ^{111}In -октреотидом является низкое пространственное разрешение изображений, а также относительно высокая стоимость и радиационная нагрузка. Кроме того, лиофилизат для приготовления данного РФП, в настоящее время, в РФ не производится [12].

Предполагается, что перспективным методом в топической диагностике инсулиномы (так же, как и других опухолей, экспрессирующих рецепторы к соматостатину) является ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -Тектротидом, который обладает улучшенными фармакокинетическими свойствами [13, 14]. В частности, изотоп ^{99m}Tc обеспечивает высокое пространственное разрешение и хорошее качество изображения при меньшей дозе радиационного воздействия. Кроме того, при применении ^{99m}Tc -Тектротидом отмечается более высокое отношение захвата радиотрейсера опухолью по отношению к окружающим тканям [15]. При этом исследование требует меньших

финансовых затрат [16] и выполняется в более короткие сроки (4 ч) после введения РФП, по сравнению с ОФЭКТ/КТ с ^{111}In -октреотидом (24 ч) [15].

По некоторым сообщениям, сцинтиграфия [17], а также сцинтиграфия с ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -Тектротидом [18] обладают чувствительностью до 100% при инсулиноме [17]. Однако нужно отметить, что данные исследования включали малочисленные группы. В других работах с различными НЭО, но с большими когортами пациентов, отмечают также высокую чувствительность данного исследования (80–88,4%) [19–22].

В российской когорте больных оценка диагностической эффективности сцинтиграфии с ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -Тектротидом при инсулиноме ранее не проводилась. Таким образом, в настоящее время представляется актуальным выполнение подобного исследования.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка диагностической эффективности сцинтиграфии с ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -Тектротидом при инсулиноме в российской когорте больных.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Место и время проведения исследования

Место проведения. Государственный научный центр Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Время исследования. Период с 2017 по 2021 гг.

Исследуемые популяции

В исследование включены пациенты с недиабетической гиперинсулинемической гипогликемией различного генеза.

Критерии включения (для всех участников): мужской и женский пол; возраст ≥ 18 лет; гиперинсулинемическая гипогликемия; проведенная в ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -Тектротидом.

Критерии исключения (для всех участников; согласно данным опроса, предоставленной медицинской документации): беременность, лактация; злоупотребление алкоголем; острые инфекции; тяжелые психические заболевания; обострение хронических патологий; тяжелые, угрожающие жизни состояния; аллергические реакции на любой компонент препарата ^{99m}Tc -Тектротид.

Способ формирования выборки из изучаемой популяции

Сплошной способ формирования выборки.

Дизайн исследования

Одноцентровое одномоментное контролируемое исследование.

Участники разделены на группы: с инсулиномой ПЖ (группа 1) и с гиперинсулинемической гипогликемией другого генеза (группа 2).

Описание медицинского вмешательства

ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -Тектротидом

Исследование проводилось на фоне минимум 28-дневной отмены аналогов соматостатина длительного действия, 2-дневной — нефротоксических препаратов (нестероидные противовоспалительные препараты, аминогликозиды, амфотерицин В, циклоспорин А, препараты на основе платины, сульфаниламиды) и диуретиков, 1-дневной — аналогов соматостатина короткого действия и адекватной гидратации пациентов (пероральный прием жидкости, при повышенном риске контраст-индуцированной нефропатии — внутривенная инфузия физиологического раствора).

Протокол радионуклидного исследования

Сцинтиграфия всего тела и низкодозная ОФЭКТ/КТ абдоминальной области проводились через 4 ч после в/в введения 500–900 МБк ^{99m}Tc -Тектротидом. Исследования выполнены на томографе ОФЭКТ/КТ GE Discovery NM/CT 670 с использованием низкоэнергетических коллиматоров высокого разрешения (LEHR) в режиме «все тело». Запись данных проводилась на матрицу 1024×256 при ширине окна дискриминатора 20% в пике полного поглощения 141,0 кэВ. Обработка результатов планарной сцинтиграфии осуществлялась стандартными приемами: сглаживание, контрастирование, количественное сравнение симметричных зон интереса.

ОФЭКТ/КТ выполнялась на гамма-камере с использованием низкоэнергетических коллиматоров высокого разрешения (LEHR), шагом ротации 6° на полные 360°, экспозицией на одну проекцию 25 сек, матрицей 256×256, напряжением трубки 120–140 кВ, силой тока 80–400 мАс, толщиной среза 3,75 мм с реконструкцией 1,25 мм, шагом стола 1 мм. Сбор данных производился с применением опции определения контуров тела (Body Contour). Реконструкция трансаксиальных, сагиттальных и коронарных томографических срезов осуществлялась с использованием итерационного алгоритма и встроенных средств рабочей станции Xeleris version 4.0.

Патоморфологическое исследование

Диагноз инсулиномы подтвержден данными гистологического исследования в 100% случаев. Также проведено иммуногистохимическое исследование 11 образцов ткани опухоли с определением Grade опухоли (в соответствии с классификацией ENETS/WHO 2010)*.

Статистический анализ

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с помощью стандартных методов статистического анализа с использованием программного

* В остальных случаях исследование не выполнено по техническим причинам.

обеспечения: STATISTICA 13 (StatSoft, США, 2017). Различия принимались как статистически значимые при $p < 0,05$.

Этическая экспертиза

Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России (протокол №1 от 27.01.2016 г.).

Для включения в исследование все пациенты подписывали информированное согласие.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В исследование включены 30 пациентов с недиабетической гиперинсулинемической гипогликемией различного генеза. Количество женщин и мужчин составляло 24 и 6 соответственно, средний возраст обследуемых — 42 года (диапазон от 18 до 70 лет). В группе 1 ($n=21$), по данным патоморфологического исследования, подтверждено наличие 26 инсулин-продуцирующих опухолей; всем пациентам проведено обследование через 3–6 мес после оперативного исследования, исключен рецидив недиабетической гипогликемии. В группу 2 включены 9 пациентов.

По данным ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -Тектротидом в группе 1 из 26 инсулин-продуцирующих опухолей ПЖ диагностировано 14 опухолей, в группе 2 в 100% случаев получены отрицательные результаты. Таким образом, чувствительность, специфичность, прогностическая ценность положительного результата и прогностическая ценность отрицательного результата метода составили: 54%, 95% ДИ [33%; 73%]; 100%, 95% ДИ [68%; 100%]; 100%, 95% ДИ [79%, 100%]; 43%, 95% ДИ [22%; 66%] соответственно. По результатам ROC-анализа, ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -Тектротидом в диагностике инсулиномы характеризуется хорошим качеством модели: AUC=77%, 95% ДИ [67%; 87%] (рисунок).

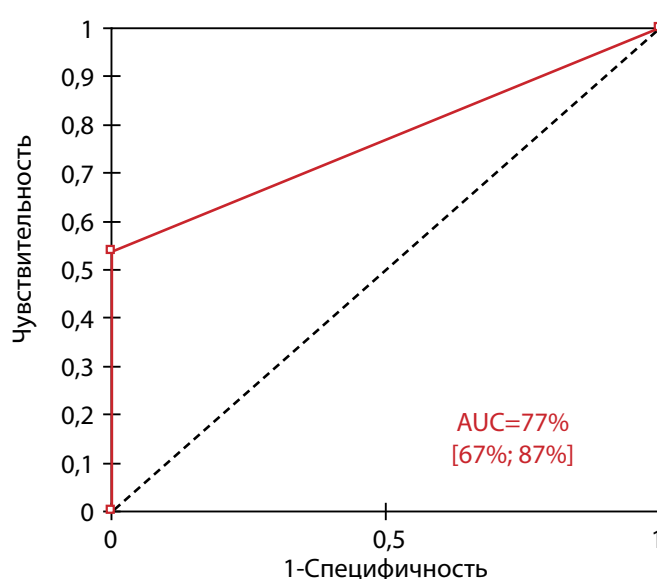


Рисунок. ROC-кривая прогностической ценности ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -Тектротидом в топической диагностике инсулин-продуцирующей опухоли ПЖ.

Figure. ROC - curve of prognostic value of SPECT/CT with ^{99m}Tc -Tectrotide in topical diagnosis of insulin-producing pancreatic tumor.

Таблица. Оценка частоты выявляемости опухоли по данным ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -Тектротидом в зависимости от ее локализации в пределах ПЖ и показателя G

Table. Evaluation of the frequency of tumor detection according to the SPECT data/CT with ^{99m}Tc -Tectrotide, depending on its localization within the pancreas and the G index.

Локализация	ИП	ЛО	р
Головка (n=13)	9	4	0,116
Тело (n=5)	1	4	0,091
Хвост (n=8)	4	4	0,793
G	ИП	ЛО	р
1 (n=7)	5	2	0,898
2 (n=3)	2	1	0,782
3 (n=1)	1	0	0,521

Примечания: ИП — истинно положительный результат; ЛО — ложноотрицательный результат.

Notes: IP — a true positive result; LO — a false negative result.

Далее проведена оценка частоты выявляемости опухоли по данным ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -Тектротидом, в зависимости от ее локализации в пределах ПЖ и показателя степени дифференцировки, оцененной по системе Grade (G) (таблица). Обнаружено, что выявляемость опухоли тела ПЖ на уровне статистической тенденции ниже, чем опухолей других локализаций. Значимых отличий в частоте выявления опухолей в зависимости от показателя G не получено.

ОБСУЖДЕНИЕ

Сопоставление с другими публикациями

В настоящей работе впервые в России проведено изучение диагностической эффективности ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -Тектротидом при инсулиноме. Так как подобные исследования на большой когорте пациентов ранее не выполнялись, мы сравнивали полученные результаты с данными других авторов, оценивавших эффективность сцинтиграфии с ^{111}In -октреотидом в выявлении инсулиномы. Так, в ранних работах сообщалось о высокой чувствительности метода: 85–87,5% [23, 24]. В то же время, по данным Vezzosi D. и соавт., истинно положительный результат получен только у 24% пациентов [25]. Однако большинство авторов сообщали о выявлении инсулиномы в 46–60% случаев [26–29], что соответствует нашим результатам. Таким образом, чувствительность ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -Тектротидом в выявлении инсулиномы сопоставима с показателем сцинтиграфии с ^{111}In -октреотидом.

Причиной недостаточно высокой чувствительности ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -Тектротидом в выявлении инсулиномы является относительно низкий уровень экспрессии опухоли рецепторов к соматостатину. Так, известно, что рецепторы типа 2, к которым отмечается наибольшая аффинность ^{99m}Tc -Тектротид [15], экспрессируют с различной степенью интенсивности только 70% инсулином [16]. Также необходимо отметить, что, в отличие от других работ, ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -Тектротидом в данном исследовании проводилась также и пациентам с отрицательными или противоречащими друг другу результатами методов визуализации 1-го ряда (УЗИ, КТ и МРТ).

Нами впервые проведена оценка частоты выявления инсулиномы в зависимости от локализации в пределах ПЖ и GRADE. В отношении GRADE значимых отличий не выявлено; однако, на уровне статистической тенденции инсулиномы головки и хвоста ПЖ выявлялись чаще, чем инсулиномы тела ПЖ. Требуется расширение когорты пациентов для уточнения этих данных.

В настоящем исследовании выявлена высокая специфичность (100%, 95% ДИ [68%; 100%]) ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -Тектротидом при обследовании пациентов с другими причинами недиабетических гипогликемий. Необходимо отметить, что сцинтиграфия с ^{111}In -октреотидом также является высокоспецифичным методом диагностики НЭО ПЖ, согласно литературным данным [29].

Клиническая значимость результатов

Суммируя вышесказанное, с учетом относительно низкой чувствительности, высокой стоимости исследования, наличия лучевой нагрузки, применение ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -Тектротидом рационально рассматривать только в качестве дополнительного метода визуализации при топическом поиске инсулиномы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно полученным результатам, ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -Тектротидом позволяет выявить инсулиному в 54% случаев при отрицательных или противоречащих результатах методов визуализации 1-й линии (УЗИ, МРТ, КТ). Таким образом, данное исследование может эффективно применяться как альтернатива ОФЭКТ/КТ с ^{111}In -октреотидом, в качестве метода 2-й линии при топическом поиске инсулин-продуцирующей опухоли ПЖ.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источники финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.

Конфликт интересов. Мокрышева Н.Г. и Трошина Е.А. — члены редакционной коллегии журнала «Ожирение и метаболизм».

Участие авторов. Юкина М.Ю. — разработка концепции исследования, проведение клинического обследования участникам исследования, сбор и обработка материала, статистический анализ данных, анализ данных литературы, написание текста статьи; Трошина Е.А. — утверждение концепции исследования, редактирование текста статьи; Нуралиева Н.Ф. — проведение клинического обследования участникам исследования, сбор материала, подготовка статьи к публикации; Дегтярев М.В. — проведение инструментального обследования участникам исследования, редактирование текста статьи; Мокрышева Н.Г. — утверждение концепции исследования, редактирование текста статьи. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

- Baudin E, Caron P, Lombard-Bohas C, et al. Malignant insulinoma: recommendations for workup and treatment. *Presse Med.* 2014;43(6Pt1):645-659. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2013.08.007>
- Юкина М.Ю., Нуралиева Н.Ф., Трошина Е.А., и др. Гипогликемический синдром (инсулинома): патогенез, этиология, лабораторная диагностика. Обзор литературы (часть 1) // *Проблемы эндокринологии*. — 2017. — Т. 63. — №4. — С. 245-256. [Yukina MYu, Nuralieva NF, Troshina EA, et al. The hypoglycemic syndrome (insulinoma): pathogenesis, etiology, laboratory diagnosis (review, part 1). *Problems of Endocrinology.* 2017;63(4):245-256. (In Russ.).] doi: <https://doi.org/10.14341/probl2017634245-256>
- Taieb D, Legmann P, Prat F, et al. Topographic diagnosis: Respective roles of morphological and functional imaging. *Ann Endocrinol (Paris).* 2013;74(3):185-190. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ando.2013.05.008>
- Егоров А.В., Мусаев Г.Х., Фоминых Е.В., и др. Эволюция алгоритма топической диагностики гормонально-активных нейроэндокринных опухолей поджелудочной железы // *Анналы хирургической гепатологии*. — 2016. — Т. 21. — №1. — С. 21-27. [Egorov AV, Musaev GK, Fominykh EV, et al. Evolution of topical diagnostic algorithm for pancreatic hormone-producing neuroendocrine tumors. *Ann khirurgicheskoy gepatologii.* 2016;21(1):21-27. (In Russ.).] doi: <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2016121-27>
- Cryer PE, Axelrod L, Grossman AB, et al. Evaluation and management of adult hypoglycemic disorders: An endocrine society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab.* 2009;94(3):709-728. doi: <https://doi.org/10.1210/jc.2008-1410>
- Jensen RT, Cadiot G, Brandi ML, et al. ENETS Consensus Guidelines for the management of patients with digestive neuroendocrine neoplasms: functional pancreatic endocrine tumor syndromes. *Neuroendocrinology.* 2012;95(2):98-119. doi: <https://doi.org/10.1159/000335591>
- Virgolini I, Traub-Weidinger T, Decristoforo C. Nuclear medicine in the detection and management of pancreatic islet-cell tumours. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2005;19(2):213-227. doi: <https://doi.org/10.1016/j.beem.2004.09.001>
- Kumbasar B, Kamel IR, Tekes A, et al. Imaging of neuroendocrine tumors: accuracy of helical CT versus SRS. *Abdom Imaging.* 2004;29(6):696-702. doi: <https://doi.org/10.1007/s00261-003-0162-3>
- Егоров А.В., Кузин Н.М. Вопросы диагностики нейроэндокринных опухолей поджелудочной железы // *Практическая онкология*. — 2005. — Т. 6. — №4. — С. 206-212. [Egorov AV, Kuzin NM. Voprosy diagnostiki nejroendokrinnih opuholej podzheludochnoj zhelezy. *Prakticheskaja onkologija.* 2005;6(4):206-212. (In Russ.).]
- Шевченко Ю.Л., Карпов О.Э., Стойко Ю.М., и др. Современная диагностика и хирургическая тактика при инсулиномах поджелудочной железы // *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова*. — 2016. — Т. 11. — №1. — С. 6-9. [Shevchenko JuL, Karpov OJe, Stojko JuM, et al. Sovremennaja diagnostika i hirurgicheskaja takтика pri insulinomah podzheludochnoj zhelezy. *Vestnik Nacional'nogo mediko-hirurgicheskogo Centra im. Ni. Pirogova.* 2016;11(1):6-9. (In Russ.).]
- Ramage JK, Ahmed A, Ardill J, et al. Guidelines for the management of gastroenteropancreatic neuroendocrine (including carcinoid) tumours (NETs). *Gut.* 2012;61(1):6-32. doi: <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2011-300831>
- Слащук К.Ю., Румянцев П.О., Дегтярев М.В., и др. Молекулярная визуализация нейроэндокринных опухолей при соматостатин-рецепторной сцинтиграфии (ОФЭКТ/КТ) с ^{99m}Tc-тектротидом // *Медицинская радиология и радиационная безопасность*. — 2020. — Т. 65. — №2. — С. 44-49. [Slashchuk K, Rumyantsev P, Degtyarev M, et al. Molecular imaging of neuroendocrine tumors by somatostatin-receptor scintigraphy (SPECT/CT) with ^{99m}Tc-Tektrotyd. *Med Radiol Radiat Saf.* 2020;65(2):44-49. (In Russ.).] doi: <https://doi.org/10.12737/1024-6177-2020-65-2-44-49>
- Kos-Kudła B, Hubalewska-Dydejczyk A, Kuśnierz K, et al. Pancreatic neuroendocrine neoplasms — management guidelines (recommended by the Polish Network of Neuroendocrine Tumours). *Endokrynol Pol.* 2014;64(6):459-479. doi: <https://doi.org/10.5603/EP.2013.0031>
- Румянцев П.О. Радиотераностика нейроэндокринных неоплазий: quo vadis // *Альманах клинической медицины*. — 2021. — Т. 49. — №4. — С. 297-303. [Rumyantsev PO. Radiotheranostics of neuroendocrine neoplasms: quo vadis. *Alm Clin Med.* 2021;49(4):297-303. (In Russ.).] doi: <https://doi.org/10.18786/2072-0505-2021-49-048>
- Garai I, Barna S, Nagy G, Forgacs A. Limitations and pitfalls of ^{99m}Tc-EDDA/HYNIC-TOC (Tektrotyd) scintigraphy. *Nucl Med Rev Cent East Eur.* 2016;19(2):93-98. doi: <https://doi.org/10.5603/NMR.2016.0019>
- Opalińska M, Hubalewska-Dydejczyk A, Sowa-Staszczak A, Stefańska A. NEN — the role of somatostatin receptor scintigraphy in clinical setting. *Nucl Med Rev Cent East Eur.* 2016;19(2):118-25. doi: <https://doi.org/10.5603/NMR.2016.0023>
- Fettich J, Repse S, Snoj M, et al. ^{99m}Tc EDDA/HYNIC-TOC is a suitable radiopharmaceutical for radioguided surgery of neuroendocrine tumours. In: Book of extended synopses of International Symposium on Trends in Radiofarmaceuticals-2005. Vienna (Austria); 2005. P. 26-27 (IAEA-CN-130/015).
- Pusuwan P, Tocharoenchai C, Sriussadaporn S, et al. Somatostatin receptor scintigraphy in localization of pancreatic neuroendocrine tumors: A preliminary study. *Siriraj Med J.* 2010;62(2):53-56.
- Sepúlveda-Méndez J, de Murphy CA, Pedraza-López M, et al. Specificity and sensitivity of ^{99m}Tc-EDDA/HYNIC-Tyr3-octreotide (^{99m}Tc-TOC) for imaging neuroendocrine tumors. *Nucl Med Commun.* 2012;33(1):69-79. doi: <https://doi.org/10.1097/MNM.0b013e32834cecfce>
- Artiko V, Afgan A, Petrović J, et al. Evaluation of neuroendocrine tumors with ^{99m}Tc-EDDA/HYNIC TOC. *Nucl Med Rev.* 2016;19(2):99-103. doi: <https://doi.org/10.5603/NMR.2016.0020>
- Gabriel M, Decristoforo C, Donnemiller E, et al. An intrapatient comparison of ^{99m}Tc-EDDA/HYNIC-TOC with ¹¹¹In-DTPA-octreotide for diagnosis of somatostatin receptor-expressing tumors. *J Nucl Med.* 2003;44(5):708-716.
- Hubalewska-Dydejczyk A, Szybiński P, Mikołajczyk R, et al. *How good is a new somatostatin analogue — ^{99m}Tc marked octreotate (^{99m}Tc-EDDA/HYNIC-octreotate) in creating an optimal pre- and intraoperative diagnostic model of pancreatic neuroendocrine tumours and in improving therapy.* 2nd Polish national conference neuroendocrine tumors of gastrointestinal tract. 2006.
- Signore A, Procaccini E, Chianelli M, et al. SPECT imaging with ¹¹¹In-octreotide for the localization of pancreatic insulinoma. *Q J Nucl Med.* 1995;39(4S1):111-112.
- Schillaci O, Massa R, Scopinaro F. ¹¹¹In-pentetreotide scintigraphy in the detection of insulinomas: importance of SPECT imaging. *J Nucl Med.* 2000;41(3):459-462.
- Vezzosi D, Bennet A, Rochaix P, et al. Octreotide in insulinoma patients: efficacy on hypoglycemia, relationships with Octreoscan scintigraphy and immunostaining with anti-sst2A and anti-sst5 antibodies. *Eur J Endocrinol.* 2005;152(5):757-767. doi: <https://doi.org/10.1530/eje.1.01901>
- Proye C, Malvaux P, Pattou F, et al. Noninvasive imaging of insulinomas and gastrinomas with endoscopic ultrasonography and somatostatin receptor scintigraphy. *Surgery.* 1998;124(6):1134-1144. doi: <https://doi.org/10.1067/msy.1998.93109>
- de Herder WW, Kwekkeboom DJ, Valkema R, et al. Neuroendocrine tumors and somatostatin: imaging techniques. *J Endocrinol Invest.* 2005;28(11S1):132-136.
- Lv J, Pan Y, Li X, et al. The imaging of insulinomas using a radionuclide-labelled molecule of the GLP-1 analogue liraglutide: a new application of liraglutide. *PLoS One.* 2014;9(5):e96833. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0096833>
- Shi W, Johnston CF, Buchanan KD, et al. Localization of neuroendocrine tumours with [¹¹¹In] DTPA-octreotide scintigraphy (Octreoscan): a comparative study with CT and MR imaging. *QJM.* 1998;91(4):295-301. doi: <https://doi.org/10.1093/qjmed/91.4.295>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ [AUTHORS INFO]:

***Юкина Марина Юрьевна**, к.м.н. [Marina Yu. Yukina, MD, PhD]; адрес: Россия, 117036, Москва, ул. Дмитрия Ульянова, 11 [address: 11 Dm.Ulyanova street, 117036 Moscow, Russia]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8771-8300>; ResearcherID: P-5181-2015; Scopus Author ID: 57109367700; eLibrary SPIN: 4963-8340; e-mail: endo-yukina@yandex.ru

Трошина Екатерина Анатольевна, д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН [Ekaterina A. Troshina, MD, PhD, Professor]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8520-8702>; eLibrary SPIN: 8821-8990; e-mail: troshina@inbox.ru

Нуралиева Нурана Фейзуллаевна [Nurana F. Nuralieva, MD]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6876-3336>; eLibrary SPIN: 7373-2602; e-mail: nnurana@yandex.ru

Дегтярев Михаил Владимирович [Mikhail V. Degtyarev, MD]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5652-2607>; eLibrary SPIN: 7725-7831; e-mail: germed@mail.ru

Мокрышева Наталья Георгиевна, д.м.н., профессор [Natalia G. Mokrysheva, MD, PhD, Professor]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9717-9742>; eLibrary SPIN: 5624-3875; e-mail: mokrisheva.natalia@endocrincentr.ru

ЦИТИРОВАТЬ:

Юкина М.Ю., Трошина Е.А., Нуралиева Н.Ф., Дегтярев М.В., Мокрышева Н.Г. ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -Тектротидом в диагностике инсулиномы // Ожирение и метаболизм. — 2023. — Т. 20. — №1. — С. 43-48. doi: <https://doi.org/10.14341/omet12977>

TO CITE THIS ARTICLE:

Yukina MYu, Troshina EA, Nuralieva NF, Degtyarev MV, Mokrysheva NG. SPECT/CT with ^{99m}Tc -Tectrotide in the diagnosis of insulinoma. *Obesity and metabolism*. 2023;20(1):43-48. doi: <https://doi.org/10.14341/omet12977>