

Современные технологии визуализации и интраоперационной навигации
в гепатопанкреатобилиарной хирургии
Modern technologies of visualization and intraoperative navigation
in hepatopancreatobiliary surgery

ISSN 1995-5464 (Print); ISSN 2408-9524 (Online)

<https://doi.org/10.16931/1995-5464.2025-2-33-41>

Ультразвуковое исследование – основной метод интраоперационной топической диагностики в хирургии нейроэндокринных опухолей поджелудочной железы

Егоров А.В. *, Жемерикин Г.А., Ветшев Ф.П., Лотов А.Н., Зиглер Г.Д., Давудова А.А.

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова»
Минздрава России (Сеченовский Университет); 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2,
Российская Федерация

Цель. Продемонстрировать возможности интраоперационной топической диагностики нейроэндокринных опухолей поджелудочной железы с применением УЗИ.

Материал и методы. Проведен анализ оперативного лечения 436 пациентов с нейроэндокринными опухолями поджелудочной железы. В 82 наблюдениях (контрольная группа) интраоперационную ревизию проводили визуально и пальпаторно. На остальных 354 операциях (основная группа), помимо осмотра и пальпации, использовали интраоперационное УЗИ, которое выполняли после мобилизации поджелудочной железы.

Результаты. В контрольной группе у 15% пациентов во время операции выявить опухоль не удалось. В основной группе чувствительность визуальной и пальпаторной оценки составила 81%, чувствительность интраоперационного УЗИ при лапаротомии – 98,8%, при лапароскопическом доступе – 95%. Разработан метод энуклеации непальпируемых нейроэндокринных опухолей поджелудочной железы под контролем интраоперационного УЗИ.

Заключение. Оперативные вмешательства при нейроэндокринных опухолях поджелудочной железы следует выполнять с интраоперационным УЗИ. Это позволяет не только выявлять все опухоли в абсолютном большинстве наблюдений, но и определять синтопию с протоковыми структурами и сосудами, что в ряде ситуаций приводит к своевременному изменению хирургической тактики.

Ключевые слова: поджелудочная железа; нейроэндокринная опухоль; оперативное лечение; интраоперационное УЗИ

Ссылка для цитирования: Егоров А.В., Жемерикин Г.А., Ветшев Ф.П., Лотов А.Н., Зиглер Г.Д., Давудова А.А. Ультразвуковое исследование – основной метод интраоперационной топической диагностики в хирургии нейроэндокринных опухолей поджелудочной железы. *Анналы хирургической гепатологии*. 2025; 30 (2): 33–41.

<https://doi.org/10.16931/1995-5464.2025-2-33-41>

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Ultrasound study as the primary method of intraoperative topical diagnosis in pancreatic neuroendocrine tumor surgery

Egorov A.V. *, Zhemerikin G.A., Vetshev F.P., Lotov A.N., Ziegler G.J., Davudova A.A.

Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Ministry of Health of Russian Federation;
8, Trubetskaya str., Moscow, 119991, Russian Federation

Aim. To demonstrate the capabilities of intraoperative topical diagnosis of pancreatic neuroendocrine tumors using ultrasound.

Materials and methods. An analysis of surgical treatment in 436 patients with pancreatic neuroendocrine tumors was conducted. In 82 cases (control group), intraoperative exploration was performed through visual inspection and palpation. In the remaining 354 surgeries (main group), intraoperative ultrasound was additionally used following pancreatic mobilization, along with visual inspection and palpation.

Results. In the control group, the tumor could not be detected intraoperatively in 15% of cases. In the main group, the sensitivity of visual and palpatory assessment was 81%, while the sensitivity of intraoperative ultrasound was 98.8%

during laparotomy and 95% during laparoscopic procedures. An enucleation technique for non-palpable pancreatic neuroendocrine tumors under intraoperative ultrasound guidance was developed.

Conclusion. Surgical interventions for pancreatic neuroendocrine tumors should be performed with intraoperative ultrasound. This not only allows for the detection of all tumors in the vast majority of cases but also enables the assessment of their anatomical relationship with ductal structures and vessels, which sometimes leads to timely adjustments in surgical strategy.

Keywords: pancreas; neuroendocrine tumor; surgical intervention; intraoperative ultrasound

For citation: Egorov A.V., Zhemerikin G.A., Vetshev F.P., Lotov A.N., Ziegler G.J., Davudova A.A. Ultrasound study as the primary method of intraoperative topical diagnosis in pancreatic neuroendocrine tumor surgery. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB surgery*. 2025; 30 (2): 33–41. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2025-2-33-41> (In Russian)

The authors declare no conflict of interest.

● Введение

Нейроэндокринные опухоли (НЭО) поджелудочной железы (ПЖ) являются наиболее распространенными среди НЭО желудочно-кишечного тракта. Частота НЭО ПЖ составляет 12–15 на 1 млн населения. В России ежегодно регистрируют 2000–2500 новых пациентов с НЭО ПЖ. В 50–60% наблюдений они являются гормонально-активными, доля инсулин-продуцирующих новообразований составляет 60–75% [1–3]. Единственным радикальным методом лечения при НЭО ПЖ остается хирургическое вмешательство [4, 5]. Выбор тактики лечения зависит от характера новообразования, его локализации и распространенности опухолевого процесса. Нефункционирующие НЭО нередко диагностируют случайно при обследовании по поводу другого заболевания или на стадии диссеминации. Гормонально активные НЭО сопровождаются соответствующими клиническими проявлениями, с чем связана основная диагностическая проблема. Основной целью лечения при таких новообразованиях является полное удаление опухоли и ее метастазов в объеме R0 или максимально возможное циторедуктивное вмешательство для контроля гормонального синдрома. Наряду с хирургическим лечением в ряде клинических ситуаций требуется проведение биохимиотерапии или комбинированного лечения.

Современная комплексная топическая предоперационная диагностика НЭО ПЖ позволяет локализовать все опухоли не более чем в 90–95% наблюдений [6–8]. Кроме этого, нередко встречаются расхождения дооперационной и интраоперационной локализации опухоли, что принципиально меняет тактику хирургического вмешательства. В связи с этим крайне актуальным является определение алгоритма проведения интраоперационной ревизии с использованием УЗИ [6, 7, 9].

● Материал и методы

В Клинике факультетской хирургии им. Н.Н. Бурденко Сеченовского Университета с 1982 по 2024 г. оперировано 436 пациентов с НЭО ПЖ. До 1989 г. при интраоперационной

ревизии осуществляли только визуальную оценку и пальпацию ПЖ (контрольная группа). С 1989 г. наряду с этим в обязательном порядке стали применять интраоперационное УЗИ (ИОУЗИ) – основная группа. Число пациентов в контрольной группе было 82, у всех больных опухоли были гормонально-активными: инсулинома выявлена у 80 больных, глюкагонома – у 1, ВИПома – у 1. Размер новообразований варьировал от 1 до 5 см. На дооперационном этапе для топической диагностики в 75 наблюдениях применили ангиографию, в 34 – УЗИ. В 30 наблюдениях выполнили энуклеацию опухоли или атипичную резекцию ПЖ, в 36 – дистальную резекцию ПЖ, в 1 – гастропанкреатодуоденальную резекцию (ГПДР), в 15 – диагностическую лапаротомию.

Основная группа включала 354 больных. Инсулиномы были у 304 пациентов, нефункционирующие опухоли – у 65, ВИПома – у 1, глюкагонома – у 1, кальцитонин-продуцирующая опухоль – у 2. В головке НЭО ПЖ опухоль локализовалась у 119 больных, в теле и хвосте – у 234, сочетание поражения головки и тела ПЖ отмечено у 8 пациентов. Размер новообразований варьировал от 0,3 до 4 см. У 70% пациентов опухоли были <2 см, а у 30% – <1 см. До операции, в зависимости от временных промежутков, применяли УЗИ, МСКТ, МРТ, ангиографию и сочетанное ангиографическое исследование (селективная ангиография с артериально-стимулированным забором крови из печеночных вен), эндо-УЗИ, радиоизотопные исследования (сцинтиграфия с ^{111}In , ПЭТ-КТ с октреотидом, меченным ^{68}Ga). ГПДР выполнена 29 больным, дуоденопанкреатэктомию – 5, энуклеация опухоли – 154, дистальная резекция ПЖ – 150, микроволновая абляция опухоли (МВА) – 19, диагностическая лапаротомия – 4. Лапаротомный доступ был использован в 337 наблюдениях, лапароскопический – в 17.

Интраоперационную ревизию в основной группе осуществляли по единой методике и с обязательным применением ИОУЗИ. В качестве доступа выполняли срединную лапаротомию; 20 пациентам выполнен лапароскопиче-

ский доступ. Пальпаторное и визуальное обследование ПЖ проводили после широкого вскрытия желудочно-ободочной связки, мобилизации головки, тела и хвоста железы, а при подозрении на локализацию опухоли в ткани головки — после полного выделения двенадцатиперстной кишки (ДПК) вплоть до дуоденоеюнального перехода вместе с головкой ПЖ. После этого переходили к ИОУЗИ, которое до 2012 г. выполняли на аппарате LCS-500 фирмы Hitachi/Picker с миниатюрным Т-образным датчиком 5 МГц (в аппарате предусмотрена абсолютная герметичность датчика и кабеля, что позволяет добиться стерильности во время исследования). Т-образный датчик устанавливали на переднюю поверхность ПЖ и продвигали от шейки к хвосту. Далее датчик ставили на заднюю поверхность тела и хвоста железы. При этом исследовали всю толщу ткани ПЖ. Для лучшего отображения образований ПЖ в верхний этаж брюшной полости вводили до 400 мл физиологического раствора, и железу осматривали через слой жидкости, что значительно увеличивало акустическую проводимость и разрешающую способность метода. В дальнейшем датчик устанавливали на переднюю и заднюю поверхности головки ПЖ. В завершение исследования осматривали ткань печени и забрюшинные лимфатические узлы. В последующие годы для проведения ИОУЗИ использовали аппараты Hitachi Aloka α6 с линейным датчиком UST-5413 (13 МГц), Hitachi Aloka Arietta v70 с линейным датчиком L55 (5–13 МГц), GE Healthcare Logiq E с линейным датчиком 12L-RS (5–13 МГц).

С 2008–2010 гг. при точной дооперационной топической диагностике (совпадение минимум двух методов, включая эндо-УЗИ) считали обязательным полную мобилизацию всех отде-

лов ПЖ. В этой ситуации до выполнения ИОУЗИ полностью выделяли только тот отдел органа, в котором локализовалось новообразование. Исключение составляли пациенты с множественной эндокринной неоплазией и неоднозначными результатами дооперационного обследования. Считаем, что такая тактика значительно уменьшает травму ПЖ при интраоперационной ревизии и снижает частоту послеоперационных осложнений.

● Результаты

В контрольной группе точность дооперационной топической диагностики составила 76%. При интраоперационной ревизии с помощью визуальной оценки и пальпации инсулиномы не были определены в 12 (15%) наблюдениях. В этой ситуации оперативное вмешательство ограничили диагностической лапаротомией. В основной группе у 92,3% больных комплексная дооперационная топическая диагностика позволила выявить все новообразования ПЖ. Интраоперационно до выполнения УЗИ все опухоли не были выявлены у 68 (19%) пациентов, таким образом, чувствительность визуальной и пальпаторной диагностики составила 81% (табл. 1). Чувствительность ИОУЗИ при лапаротомии составила 98,8%, а при лапароскопическом доступе — 95% (табл. 2).

Изначально лапароскопический доступ использовали у 20 пациентов, но в 3 наблюдениях прибегли к конверсии: у 1 пациента с помощью ИОУЗИ не удалось выявить инсулиному 0,8 см, у второго больного не получилось определить доступ под УЗ-навигацией для выполнения энуклеации опухоли, у третьей пациентки при мобилизации ПЖ развилось массивное кровотечение. ИОУЗИ позволило выявить НЭО разме-

Таблица 1. Чувствительность интраоперационного осмотра и пальпации

Table 1. Sensitivity of intraoperative inspection and palpation

Показатель	Число наблюдений, абс. (%)	
	контрольная группа	основная группа (ИОУЗИ)
Всего	82	354
Опухоль не обнаружена	12 (15)	68 (19)
Опухоль обнаружена	70 (85)	286 (81)

Таблица 2. Чувствительность ИОУЗИ в основной группе

Table 2. Sensitivity of intraoperative ultrasound in the main group

Показатель	Число наблюдений, абс. (%)	
	лапароскопическая операция с ИОУЗИ	открытое вмешательство с ИОУЗИ
Всего	20	334
Опухоль не обнаружена	1 (5)	4 (1,2)
Опухоль обнаружена	19 (95)	330 (98,8)

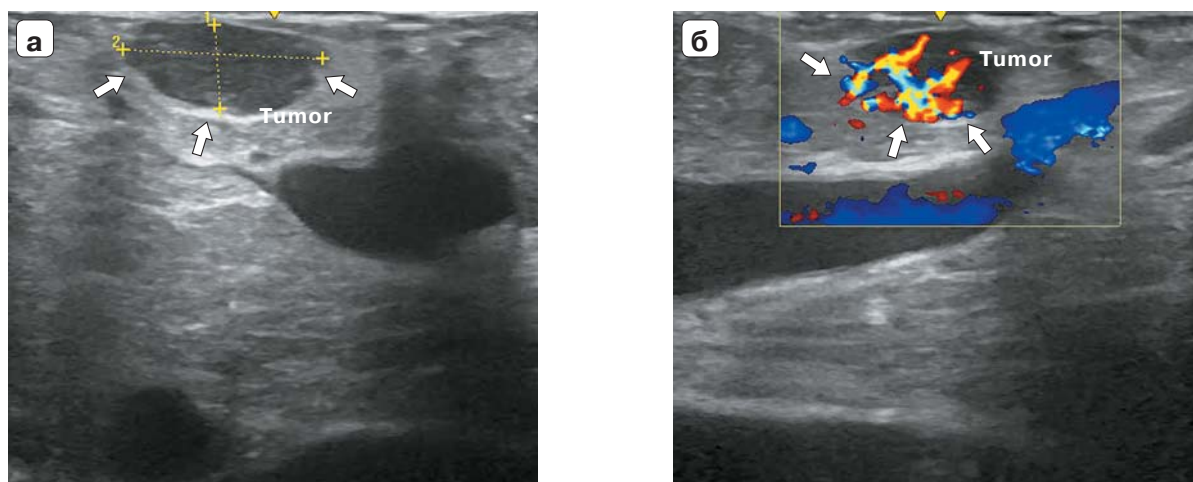


Рис. 1. Ультразвуковые сканограммы. Инсулинома ПЖ при интраоперационном исследовании (стрелки): **а** — гипоехогенный очаг с ровным четким контуром; **б** — активный интранодулярный кровоток при ЦДК.

Fig. 1. Ultrasound scans. Pancreatic insulinoma during intraoperative examination (arrows): **a** — hypoechoic lesion with smooth and well-defined borders; **b** — active intranodular blood flow on color Doppler imaging.

рами от 2–3 мм, обнаружить другие новообразования, которые не были диагностированы до операции (особенно при множественной эндокринной неоплазии). Большинство НЭО имеют ровный, четкий контур, гипоехогенную структуру, при цветном доплеровском сканировании часто бывают гиперваскулярными (рис. 1). Как правило, по ультразвуковой структуре (85%) эти опухоли гипоехогенные, значительно реже они могут быть представлены изоэхогенными или гиперэхогенными очагами.

Считаем нецелесообразным и некорректным приводить в этой статье данные о послеоперационных осложнениях в контрольной и основной группах пациентов, поскольку за этот период не только изменилась точность топической диагностики, но и усовершенствовалась оперативная техника. У всех пациентов, которым были проведены радикальные или максимальные циторедуктивные вмешательства, наблюдали полный контроль гормонального синдрома.

● Обсуждение

ИОУЗИ стали использовать в хирургии органов гепатопанкреатодуоденальной зоны с начала 80-х годов прошлого века. В нашей клинике метод в обязательном порядке при операциях по поводу НЭО ПЖ применяем с 1989 г. За этот период качество ультразвуковой аппаратуры значительно изменилось, что позволило увеличить точность диагностики. С 2008 г. появилась возможность выполнять ИОУЗИ и лапароскопически, поэтому стали прибегать к лапароскопическому доступу для выполнения энуклеации опухолей и дистальной резекции ПЖ.

Большинство специалистов [10–13] считают необходимым использовать ИОУЗИ при оперативных вмешательствах на органах гепатопан-

креатодуоденальной зоны, что позволяет установить правильный топический диагноз и распространенность онкологического процесса практически во всех наблюдениях. Особую ценность этот метод приобретает при гормонально-активных НЭО ПЖ, что связано с небольшим размером новообразований и нередко множественным поражением разных отделов ПЖ [14–17]. Являемся сторонниками обязательного применения ИОУЗИ в хирургическом лечении больных НЭО ПЖ, поскольку это позволило более чем в 98% исследований локализовать все опухоли ПЖ или исключить их при незидиобластозе. Этой позиции придерживаются и другие авторы [11, 16, 18]. Так же как и другие исследователи [19], полагаем, что необходимо интраоперационно выявлять все гормонально-активные НЭО ПЖ, и считаем “слепые” резекции неприемлемыми.

Неудачи диагностики у 4 больных с гормонально-активными НЭО ПЖ обусловлены накоплением опыта в первые 12 лет применения ИОУЗИ. После более тщательного дообследования трое из них оперированы повторно: с помощью ИОУЗИ выявлены новообразования, выполнена энуклеация инсулином или дистальная резекция ПЖ. В 1 наблюдении на этапе освоения лапароскопического ИОУЗИ потребовалась конверсия.

ИОУЗИ обеспечивает лучшее отображение ПЖ в режиме реального времени в высоком разрешении, что часто недостижимо при использовании других методов топической диагностики. Метод обладает многими преимуществами: позволяет идентифицировать непальпируемые опухоли, помогает определять стадию опухолевого процесса, диагностировать отдаленные метастазы, а самое главное — точно определить-



Рис. 2. Ультразвуковая сканограмма. НЭО и ППЖ при интраоперационном исследовании. Расстояние между опухолью и ППЖ 1 мм. Опухоль указана стрелками. 1 – ППЖ.

Fig. 2. Ultrasound scan. Neuroendocrine tumor and pancreatic duct during intraoperative examination. The distance between the tumor and the pancreatic duct is 1 mm. The tumor is marked with arrows. 1 – pancreatic duct.

ся с выбором операции. Этой точки зрения придерживаются и другие авторы [20–22]. Многие хирурги [23–25] также считают, что для повышения информативности исследования перед его проведением в большинстве ситуаций необходимо проводить полную мобилизацию ПЖ. Чувствительность и специфичность ИОУЗИ увеличивает применение контрастных препаратов [26]. Более чем в 80% наблюдений НЭО представляют собой гипозохогенные образования с четкими контурами [18, 24, 26].

Во время операции с помощью ИОУЗИ возможно проведение пункционной биопсии со срочным гистологическим исследованием как

первичной опухоли ПЖ, так и вторичных новообразований печени [27]. ИОУЗИ помогает оценить расстояние до протока ПЖ (ППЖ), что важно при выборе метода операции, особенно если речь идет об энуклеации опухоли [16, 19, 28, 29]. Этот метод также позволяет наметить линию резекции ПЖ и нередко меняет ранее намеченный план оперативного вмешательства [16, 30]. У 25,4% пациентов, которым выполнена дистальная резекция ПЖ вследствие плотного прилегания опухоли к ППЖ (рис. 2), на основании дооперационной топической диагностики планировали энуклеацию опухоли. Особенно это было актуально до широкого внедрения в клиническую практику эндо-УЗИ. Однако в 4 наблюдениях после применения до операции эндо-УЗИ в результате интраоперационной ревизии тактика также была изменена в пользу дистальной резекции ПЖ.

ИОУЗИ открывает новые возможности для органосберегающих операций (энуклеации) при новообразованиях, располагающихся в толще ткани головки ПЖ. В такой ситуации удается определить минимальное расстояние от передней или задней поверхности органа до края опухоли, а также выявить безопасный доступ для оперативного вмешательства с минимальным риском повреждения ППЖ и сосудов [16, 19, 29, 31]. Это позволяет в абсолютном большинстве наблюдений отказаться от крайне травматичной ГПДР в пользу органосберегающих операций (табл. 3).

В Клинике факультетской хирургии им. Н.Н. Бурденко Сеченовского Университета нами разработан способ энуклеации непальпируемых интрапаренхиматозно расположенных инсулином под контролем ИОУЗИ по игле. Для этого по максимально безопасной траектории через ткань ПЖ к краю опухоли проводим

Таблица 3. Влияние ИОУЗИ на хирургическую тактику

Table 3. Effect of intraoperative ultrasound on surgical strategy

Запланированный объем операции	Число больных, абс.	Окончательный вариант операции после ИОУЗИ	Причина	Число больных, абс. (%)
ПДР	14	МВА	Расположение опухоли в паренхиме головки ПЖ, мягкая, “сочная” ПЖ, расстояние от опухоли до ППЖ >3 мм	3 (21,4)
Энуклеация	31	МВА	Расположение опухоли в паренхиме ПЖ	2 (6,5)
МВА	19	Энуклеация	Краевое расположение опухоли, расстояние от опухоли до ППЖ <1 мм	4 (21,1)
Дистальная резекция	146	Энуклеация	Краевое расположение опухоли, расстояние до ППЖ >1–3 мм	12 (8,2)
Энуклеация (тело–хвост ПЖ)	63	Дистальная резекция	Расстояние от опухоли до ППЖ <1 мм, дополнительно выявлено несколько опухолей	16 (25,4)

Примечание: возможность проведения МВА появилась с 2017 г.

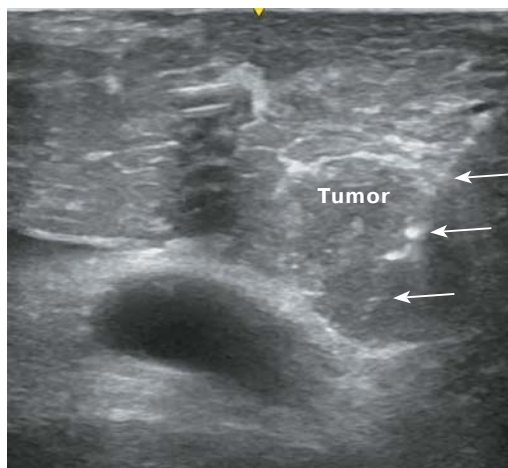


Рис. 3. Ультразвуковая сканограмма. Подготовка к энуклеации опухоли ПЖ при интраоперационном исследовании, маркировка опухоли по игле. Стрелки — игла.

Fig. 3. Ultrasound scan. Preparation for pancreatic tumor enucleation during intraoperative examination, tumor marking with a needle. Arrows — needle.

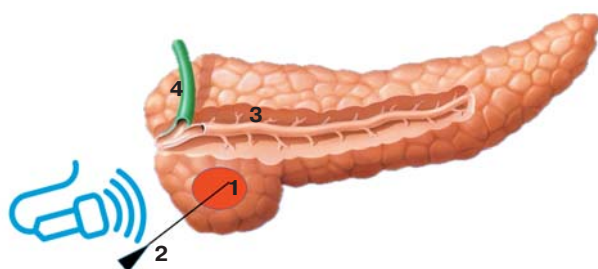


Рис. 4. Схема. Маркировка опухоли по игле. 1 — опухоль, 2 — игла, 3 — ППЖ, 4 — ЖП.

Fig. 4. Diagram. Tumor marking with a needle. 1 — tumor, 2 — needle, 3 — pancreatic duct, 4 — bile duct.

пункционную иглу и далее по ней рассекаем паренхиму органа. После определения капсулы опухоли осуществляем ее энуклеацию с помощью биполярной коагуляции и острой препаровки. Метод успешно применили в 29 (24%) наблюдениях при локализациях инсулиномы в головке ПЖ и в 1 наблюдении при лапароскопическом доступе к инсулиноме тела ПЖ (рис. 3, 4).

Кроме того, ИОУЗИ крайне необходимо при МВА НЭО в толще головки ПЖ из лапаротомного или лапароскопического доступа. Эту операцию выполняем как альтернативу ГПДР или энуклеации у соматически отягощенных больных. Под контролем УЗИ определяем безопасный доступ для введения абляционного аппликатора в ткань опухоли. В зависимости от размера новообразования и синтопии с сосудистыми, протоковыми структурами и стенкой ДПК используем для МВА от 1 до 3 доступов. Также под контролем УЗИ удастся контролировать эффективность проводимой операции (рис. 5, 6).



Рис. 5. Ультразвуковые сканограммы. МВА под контролем ИОУЗИ: **а** — аппликатор введен в опухоль; **б** — результат микроволнового воздействия, так называемый эффект “снежной бури”.

Fig. 5. Ultrasound scans. Microwave tumor ablation under intraoperative ultrasound guidance: **a** — applicator inserted into the tumor; **b** — result of microwave treatment, known as the snowstorm effect.



Рис. 6. Ультразвуковая сканограмма. Контроль эффективности МВА при интраоперационном исследовании. Видна транзиторная гиперэхогенная зона, покрывшая всю зону опухоли.

Fig. 6. Ultrasound scan. Monitoring the effectiveness of microwave tumor ablation during intraoperative examination. A transient hyperechoic area covering the entire tumor region is visible.

● Заключение

ИОУЗИ является наиболее информативным методом топической диагностики НЭО ПЖ. Особенно это актуально при гормонально-активных новообразованиях в связи с их небольшими размерами. В интраоперационной ревизии УЗИ обладает большими диагностическими возможностями, чем пальпация. Основными преимуществами ИОУЗИ являются выявление непальпируемых и множественных новообразований ПЖ, а также определение синтопии опухоли с протоковыми структурами и окружающими тканями. Последнее во многом определяет объем, метод оперативного лечения и вследствие этого влияет на непосредственные и отдаленные результаты. Считаем, что выполнять операции по поводу НЭО ПЖ без ИОУЗИ неприемлемо, поскольку это может привести как к диагностическим ошибкам, так и к увеличению частоты послеоперационных осложнений.

Участие авторов

Егоров А.В. — концепция, ответственность за целостность всех частей статьи.

Жемерикин Г.А. — сбор и обработка материала, написание статьи.

Ветшев Ф.П. — концепция, редактирование статьи.

Лотов А.Н. — концепция, редактирование статьи.

Зиглер Г.Д. — сбор и обработка материала, написание статьи.

Давудова А.А. — сбор и обработка материала.

Authors contributions

Egorov A.V. — concept, responsibility for the integrity of all parts of paper.

Zhemerikin G.A. — data collection and analysis, writing text.

Vetshev F.P. — concept, editing.

Lotov A.N. — concept, editing.

Ziegler G.J. — data collection and analysis, writing text.

Davudova A.A. — data collection and analysis.

● Список литературы [References]

- Черных Т.М., Малюгин Д.А., Хачатуров М.В., Шефер А.А., Золоедов В.И. Современные взгляды на лечение инсулиномы. Проблемы эндокринологии. 2024; 70 (1): 46–55. <https://doi.org/10.14341/probl13281>
- Chernykh T.M., Malyugin D.A., Khachaturov M.V., Shefer A.A., Zolodov V.I. Current views on the treatment of insulinoma. *Problems of Endocrinology*. 2024; 70 (1): 46–55. <https://doi.org/10.14341/probl13281> (In Russian)
- Парфенчикова Е.В., Орлова М.В., Мелехина О.В., Коваленко Д.Д., Ким В.А., Байчоров М.Э., Щадрова В.В., Цвиркун В.В. Эндоскопическая радиочастотная абляция нейроэндокринных опухолей поджелудочной железы. Анналы хирургической гепатологии. 2024; 29 (1): 39–48. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2024-1-39-48>
- Parfenchikova E.V., Orlova M.V., Melekhina O.V., Kovalenko D.D., Kim V.A., Baychorov M.E., Shchadrova V.V., Tsvirkun V.V. Endoscopic radiofrequency ablation of pancreatic neuroendocrine tumors. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery*. 2024; 29 (1): 39–48. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2024-1-39-48> (In Russian)
- Spada F., Rossi R.E., Kara E., Laffi A., Massironi S., Rubino M., Grimaldi F., Bhoori S., Fazio N. Carcinoid syndrome and hyperinsulinemic hypoglycemia associated with neuroendocrine neoplasms: a critical review on clinical and pharmacological management. *Pharmaceuticals (Basel)*. 2021; 14 (6): 539. <https://doi.org/10.3390/ph14060539>
- Perry R.R., Feliberti E.C., Hughes M.S. Management of pancreatic neuroendocrine tumors: surgical strategies and controversies. *Endocr. Pract.* 2024; 30 (10): 908–916. <https://doi.org/10.1016/j.eprac.2024.07.010>
- Hofland J., Falconi M., Christ E., Castaño J.P., Faggiano A., Lamarca A., Perren A., Petrucci S., Prasad V., Ruzsniowski P., Thirlwell C., Vullierme M.P., Welin S., Bartsch D.K. European Neuroendocrine Tumor Society 2023 guidance paper for functioning pancreatic neuroendocrine tumour syndromes. *J. Neuroendocrinol.* 2023; 35 (8): e13318. <https://doi.org/10.1111/jne.13318>
- Майстренко Н.А., Ромашенко П.Н., Лысанюк М.В. Диагностика и хирургическое лечение нейроэндокринных опухолей поджелудочной железы и желудочно-кишечного тракта. Анналы хирургической гепатологии. 2016; 21 (1): 13–20. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2016113-20>
- Maystrenko N.A., Romashchenko P.N., Lysanyuk M.V. Diagnosis and surgical treatment of neuroendocrine tumors of the pancreas and gastrointestinal tract. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery*. 2016; 21 (1): 13–20. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2016113-20> (In Russian)
- Cuthbertson D.J., Shankland R., Srirajaskanthan R. Diagnosis and management of neuroendocrine tumours. *Clin. Med.* 2023; 23 (2): 119–124. <https://doi.org/10.7861/clinmed.2023-0044>
- Wong M., Isa S.H., Zahiah M., Azmi K.N. Intraoperative ultrasound with palpation is still superior to intra-arterial calcium stimulation test in localising insulinoma. *World J. Surg.* 2007; 31 (3): 586–592. <https://doi.org/10.1007/s00268-006-0106-5>
- Юкина М.Ю., Трошина Е.А., Нуралиева Н.Ф., Тарбаева Н.В., Реброва О.В., Мокрышева Н.Г. МРТ без контрастного усиления — высокоточный метод визуализации инсулиномы. Эндокринная хирургия. 2024; 18 (3): 24–35. <https://doi.org/10.14341/serg12825>
- Yukina M.Yu., Troshina E.A., Nuralieva N.F., Tarbaeva N.V., Rebrova O.Yu., Mokrysheva N.G. MRI without contrast enhancement is a highly accurate method of imaging insulinoma. *Endocrine Surgery*. 2024; 18 (3): 24–35. <https://doi.org/10.14341/serg12825> (In Russian)
- Borazan E., Aytakin A., Yilmaz L., Elci M., Karaca M.S., Kervancioglu S., Balik A.A. Multifocal insulinoma in pancreas and effect of intraoperative ultrasonography. *Surg. Case Rep.* 2015; 2015: 375124. <https://doi.org/10.1155/2015/375124>
- Chung J.C., Choi S.H., Jo S.H., Heo J.S., Choi D.W., Kim Y.I. Localization and surgical treatment of the pancreatic insulinomas. *ANZ J. Surg.* 2006; 76 (12): 1051–1055. <https://doi.org/10.1111/j.1445-2197.2006.03947.x>
- Hiramoto J.S., Feldstein V.A., LaBerge J.M., Norton J.A. Intraoperative ultrasound and preoperative localization detects all occult insulinomas; discussion 1025–1026. *Arch. Surg.* 2001; 136 (9): 1020–1025. <https://doi.org/10.1001/archsurg.136.9.1020>

13. Егоров А.В., Кузин Н.М. Вопросы диагностики нейроэндокринных опухолей поджелудочной железы. Практическая онкология. 2005; 6 (4): 206–212.
Egorov A.V., Kuzin N.M. Issues in the diagnosis of pancreatic neuroendocrine tumors. *Practical Oncology*. 2005; 6 (4): 206–212. (In Russian)
14. Дедов И.И., Кривко А.А., Ремизов О.В., Солдатова Т.В., Лейтес Ю.Г., Кузнецов Н.С., Трошина Е.А. Современные методы топической диагностики инсулином. Проблемы эндокринологии. 2014; 60 (1): 4–8.
<https://doi.org/10.14341/probl20146014-8>
Dedov I.I., Krivko A.A., Remizov O.V., Soldatova T.V., Leites Yu.G., Kuznetsov N.S., Troshina E.A. The modern methods for topical diagnostics of insulinomas. *Problems of Endocrinology*. 2014; 60 (1): 4–8. <https://doi.org/10.14341/probl20146014-8> (In Russian)
15. Karahan F., Karaisli S., Atay A., Dilek O.N., Hacıyanli M. Pancreatic insulinomas: our 15-year surgical experience. *Scott. Med. J.* 2024; 69 (4): 108–114.
<https://doi.org/10.1177/00369330241289009>
16. Parks K., Hagopian E. Introduction: The Importance of Ultrasound in a Surgical Practice. In: Ha-gopian E., Machi J., editors. *Abdominal Ultrasound for Surgeons*. New York: Springer; 2014; 3–6. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-9599-4_1
17. Addeo P., Julliard O., Imperiale A., Goichot B., Bachellier P. Middle-segment preserving pancreatectomy for multifocal neuroendocrine pancreatic tumors. *J. Surg. Oncol.* 2020; 35: 466–467. <https://doi.org/10.1016/j.suronc.2020.10.004>
18. Bjarnesen A.P., Dahlin P., Globa E., Petersen H., Brusgaard K., Rasmussen L., Melikian M., Detlefsen S., Christesen H.T., Mortensen M.B. Intraoperative ultrasound imaging in the surgical treatment of congenital hyperinsulinism: prospective, blinded study. *BJS Open*. 2021; 5 (2): zraa008.
<https://doi.org/10.1093/bjsopen/zraa008>
19. Tucker O.N., Crotty P.L., Conlon K.C. The management of insulinoma. *Br. J. Surg.* 2006; 93 (3): 264–275.
<https://doi.org/10.1002/bjs.5280>
20. Li W., An L., Liu R., Yao K., Hu M., Zhao G., Tang J., Lv F. Laparoscopic ultrasound enhances diagnosis and localization of insulinoma in pancreatic head and neck for laparoscopic surgery with satisfactory postsurgical outcomes. *Ultrasound Med. Biol.* 2011; 37 (7): 1017–1023.
<https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2011.04.003>
21. Ramage J.K., Davies A.H., Ardill J., Bax N., Caplin M., Grossman A., Hawkins R., McNicol A.M., Reed N., Sutton R., Thakker R., Aylwin S., Breen D., Britton K., Buchanan K., Corrie P., Gillams A., Lewington V., McCance D., Meeran K., Watkinson A. UKNETwork for Neuroendocrine Tumours. Guidelines for the management of gastroenteropancreatic neuroendocrine (including carcinoid) tumours. *Gut*. 2005; 54 (Suppl 4): iv1–16. <https://doi.org/10.1136/gut.2004.053314>
22. Kirchhoff T.D., Merkesdal S., Frericks B., Brabant G., Scheumann G., Galanski M., Chavan A. Intraarterial calcium stimulation (ASVS) for pancreatic insulinoma: comparison of preoperative localization procedures. *Radiologe*. 2003; 43 (4): 301–305. <https://doi.org/10.1007/s00117-003-0881-z>
23. Yamao K., Okubo K., Sawaka A., Hara K., Nakamura T., Suzuki T., Shimizu Y., Ozden I. Endolumenal ultrasonography in the diagnosis of pancreatic diseases. *Abdom. Imaging*. 2003; 28 (4): 545–555. <https://doi.org/10.1007/s00261-002-0080-9>
24. Косова И.А., Степанова Ю.А., Кармазановский Г.Г. Нейроэндокринные опухоли поджелудочной железы дифференциальная лучевая диагностика (часть 2). Диагностическая и интервенционная радиология. 2010; 4 (4): 73–86.
<https://doi.org/10.25512/DIR.2010.04.4.10>
Kosova I.A., Stepanova Yu.A., Karmazanovsky G.G. Neuroendocrine tumors of the pancreas differential imaging (Part 2). *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2010; 4 (4): 73–86. <https://doi.org/10.25512/DIR.2010.04.4.10> (In Russian)
25. Кривко А.А., Мельниченко Г.А., Кузнецов Н.С., Трошина Е.А., Дедов И.И. Современные технологии в диагностике и лечении инсулиномы. Проблемы эндокринологии. 2013; 59 (5): 36–41.
Krivko A.A., Melnichenko G.A., Kuznetsov N.S., Troshina E.A., Dedov I.I. Modern technologies for diagnostics and treatment of insulinoma. *Problems of Endocrinology*. 2013; 59 (5): 36–41. (In Russian)
26. Кригер А.Г., Смирнов А.В., Берелавичус С.В., Горин Д.С., Калдаров А.Р., Карельская Н.А., Ветшева Н.Н., Калинин Д.В., Лебедева А.Н., Дугарова Р.С. Органический гиперинсулинизм: лучевая диагностика и хирургическое лечение. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2016; 6: 14–29. <https://doi.org/10.17116/hirurgia2016614-22>
Kriger A.G., Smirnov A.V., Berelavichus S.V., Gorin D.S., Kaldarov A.R., Karelskay N.A., Vetsheva N.N., Kalinin D.V., Lebedeva A.N., Dugarova R.S. Organic hyperinsulinism: radiological diagnostics and surgical treatment. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2016; 6: 14–29. <https://doi.org/10.17116/hirurgia2016614-22> (In Russian)
27. Lubner M.G., Mankowski Gettle L., Kim D.H., Ziemlewicz T.J., Dahiya N., Pickhardt P. Diagnostic and procedural intraoperative ultrasound: technique, tips and tricks for optimizing results. *Br. J. Radiol.* 2021; 94 (1121): 20201406. <https://doi.org/10.1259/bjr.20201406>
28. Roland C.L., Lo C.Y., Miller B.S., Holt S., Nwariaku F.E. Surgical approach and perioperative complications determine short-term outcomes in patients with insulinoma: results of a bi-institutional study. *Ann. Surg. Oncol.* 2008; 15 (12): 3532–3537. <https://doi.org/10.1245/s10434-008-0157-y>
29. Bartos A., Iancu I., Ciobanu L., Badea R., Sparchez Z., Bartos D.M. Intraoperative ultrasound in liver and pancreatic surgery. *Med. Ultrason.* 2021; 11; 23 (3): 319–328.
<https://doi.org/10.11152/mu-2853>
30. Zhao Y.P., Zhan H.X., Zhang T.P., Cong L., Dai M.H., Liao Q., Cai L.X. Surgical management of patients with insulinomas: result of 292 cases in a single institution. *J. Surg. Oncol.* 2011; 103 (2): 169–174. <https://doi.org/10.1002/jso.21773>
31. Correnti S., Liverani A., Antonini G., Paganelli M.T., Mercati U. Intraoperative ultrasonography for pancreatic insulinomas. *Hepatogastroenterology*. 1997; 43 (7): 207–211.

Сведения об авторах [Authors info]

Егоров Алексей Викторович — доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры факультетской хирургии №1 Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). <https://orcid.org/0000-0002-8082-1495>. E-mail: egorov_a_v@staff.sechenov.ru

Жемерикин Глеб Александрович — канд. мед. наук, врач-хирург хирургического отделения Университетской клинической больницы №1 ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). <https://orcid.org/0000-0002-4241-4856>. E-mail: zhemerikin_g_a@staff.sechenov.ru

Ветшев Федор Петрович — доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой факультетской хирургии №1 Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). <https://orcid.org/0000-0001-6589-092X>. E-mail: vetshev_f_p@staff.sechenov.ru

Лотов Алексей Николаевич — доктор мед. наук, профессор кафедры факультетской хирургии №1 Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). <https://orcid.org/0009-0001-1338-298X>. E-mail: anlotov@gmail.com

Зиглер Габриэлла Джоанна — аспирант кафедры факультетской хирургии №1 Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). <https://orcid.org/0000-0003-4263-4055>. E-mail: zieglergabriella@gmail.com

Давудова Аминат Абдулхаликовна — аспирант кафедры факультетской хирургии №1 Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). <https://orcid.org/0009-0005-6765-2788>. E-mail: amina_davudova@list.ru

Для корреспонденции *: Егоров Алексей Викторович — e-mail: egorov_a_v@staff.sechenov.ru

Alexey V. Egorov — Doct. of Sci. (Med.), Professor, Professor of the Department of Faculty Surgery No. 1, Sklifosovsky Institute for Clinical Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Ministry of Health of Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0002-8082-1495>. E-mail: egorov_a_v@staff.sechenov.ru

Gleb A. Zhemerikin — Cand. of Sci. (Med.), Surgeon, Surgical Department of University Clinical Hospital No. 1, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Ministry of Health of Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0002-4241-4856>. E-mail: zhemerikin_g_a@staff.sechenov.ru

Fedor P. Vetshev — Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Faculty Surgery No. 1, Sklifosovsky Institute for Clinical Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Ministry of Health of Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0001-6589-092X>. E-mail: vetshev_f_p@staff.sechenov.ru

Alexey N. Lotov — Doct. of Sci. (Med.), Professor, Department of Faculty Surgery No. 1, Sklifosovsky Institute for Clinical Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Ministry of Health of Russian Federation. <https://orcid.org/0009-0001-1338-298X>. E-mail: anlotov@gmail.com

Gabriella J. Ziegler — Graduate Student, Department of Faculty Surgery No. 1, Sklifosovsky Institute for Clinical Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Ministry of Health of Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0003-4263-4055>. E-mail: zieglergabriella@gmail.com

Aminat A. Davudova — Graduate Student, Department of Faculty Surgery No. 1, Sklifosovsky Institute for Clinical Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Ministry of Health of Russian Federation. <https://orcid.org/0009-0005-6765-2788>. E-mail: amina_davudova@list.ru

For correspondence *: Alexey V. Egorov — e-mail: egorov_a_v@staff.sechenov.ru

Статья поступила в редакцию журнала 5.03.2025.

Received 5 March 2025.

Принята к публикации 22.04.2025.

Accepted for publication 22 April 2025.