

ВОЗМОЖНОСТИ МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ УЗ-НАВИГАЦИИ ПРИ БИОПСИЯХ НЕЙРОЭНДОКРИННЫХ НЕОПЛАЗИЙ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Бердников С.Н.✉, Абгарян М.Г., Белозерских А.М., Погребняков И.В., Шолохов В.Н., Кудашкин Н.Е., Тихонов П.А., Махотина М.С., Кузьмин А.Д., Бреднева А.С., Насонов Н.Д., Калинин А.Е., Тихонова Е.В., Киселева А.М.

Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России; Россия, 115478 Москва, Каширское шоссе, 24

✉ Сергей Николаевич Бердников, berdnikov_sn@mail.ru, +79169907907

РЕФЕРАТ

Цель: Улучшение результатов биопсии нейроэндокринных неоплазий (НЭН) поджелудочной железы и НЭН ЖКТ других локализаций под УЗ-навигацией.

Материалы и методы: В исследование включены 56 выявленных по данным результатам КТ с в/в контрастированием и клинико-лабораторным методам исследований НЭН поджелудочной железы, проведен анализ результатов биопсий НЭН поджелудочной железы под УЗ-навигацией в обычном В-режиме и в В-режиме с комплексными методами определения эластичности опухоли поджелудочной железы (эластометрии и эластографии), доплерографии и улучшением визуализации в В-режиме.

Заключение: Дополнительные ультразвуковые методики позволяют сформировать качественные и количественные критерии структуры опухоли, что технически позволяет получить качественный биоптат и избежать лишних биопсий.

Ключевые слова: нейроэндокринные неоплазии поджелудочной железы (НЭН), УЗ-навигация, эластометрия, эластография, мультимодальная визуализация, биопсия

Для цитирования: Бердников С.Н., Абгарян М.Г., Белозерских А.М., Погребняков И.В., Шолохов В.Н., Кудашкин Н.Е., Тихонов П.А., Махотина М.С., Кузьмин А.Д., Бреднева А.С., Насонов Н.Д., Калинин А.Е., Тихонова Е.В., Киселева А.М. Возможности мультипараметрической УЗ-навигации при биопсиях нейроэндокринных неоплазий поджелудочной железы. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2025;8(2):73-79.

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2025-8-2-73-79>

Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy

ISSN: 2587-7593 (Print) ISSN: 2713-167X (Online)

ИНТЕРВЕНЦИОННАЯ РАДИОЛОГИЯ | INTERVENTIONAL RADIOLOGY

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2025-8-2-73-79>

POSSIBILITIES OF MULTIPARAMETRIC ULTRASOUND NAVIGATION IN BIOPSIES OF NEUROENDOCRINE NEOPLASIA OF THE PANCREAS

Sergey N. Berdnikov✉, Michael G. Abgaryan, Anastasiya M. Belozerskikh, Igor V. Pogrebnyakov, Vladimir N. Sholokhov, Nikolay E. Kudashkin, Pavel A. Tikhonov, Maria S. Makhotina, Alexander D. Kuzmin, Anna S. Bredneva, Nikolay D. Nasonov, Alexey E. Kalinin, Elena V. Tikhonova, Anastasia M. Kiseleva

N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology; 24 Kashirskoye Shosse, Moscow, Russia 115478

✉ Sergey N. Berdnikov, berdnikov_sn@mail.ru, +79169907907

ABSTRACT

Purpose: Improved biopsy results of neuroendocrine neoplasia of the pancreas and neuroendocrine neoplasia of the gastrointestinal tract of other locations under ultrasound navigation.

Materials and methods: The study included 56 CT scans with intravenous contrast and clinical and laboratory methods of examining neuroendocrine neoplasia of the pancreas. The results of biopsies of neuroendocrine neoplasia of the pancreas were analyzed under ultrasound navigation in the usual B-mode and in the B-mode with complex methods for determining the elasticity of pancreatic tumors (elastometry and elastography), doppler imaging and improved visualization in B-mode.

Conclusion: Additional ultrasound techniques allow us to provide qualitative and quantitative criteria for the tumor structure, which technically allows us to obtain a high-quality biopsy and avoid unnecessary biopsies.

Key words: neuroendocrine tumors of the pancreas (NEO), ultrasound navigation, elastometry, elastography, fusion technologies, biopsy

For citation: Berdnikov S.N., Abgaryan M.G., Belozerskikh A.M., Pogrebnyakov I.V., Sholokhov V.N., Kudashkin N.E., Tikhonov P.A., Makhotina M.S., Kuzmin A.D., Bredneva A.S., Nasonov N.D., Kalinin A.E., Tikhonova E.V., Kiseleva A.M. Possibilities of Multiparametric Ultrasound Navigation in Biopsies of Neuroendocrine Neoplasia of the Pancreas. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2025;8(2):73-79. (In Russ.).

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2025-8-2-73-79>

Введение

В интервенционной радиологии наиболее востребованным методом является пункционная биопсия, только этот метод позволяет дать точную морфологическую характеристику опухоли, на ос-

нове которой будет выбрана оптимальная тактика лечения пациентов с НЭН поджелудочной железы и НЭН ЖКТ других локализаций [1].

Есть разные методы хирургической навигации: УЗИ, КТ, МРТ, технологии совмещения КТ или МРТ

с УЗИ, эндоскопия (эндосонография). Оптимальным считается ультразвуковой метод, позволяющий в режиме реального времени выполнить различные варианты биопсий: первый — через переднюю брюшную стенку и второй — под контролем эндосонографии. Биопсия под УЗ-навигацией является одним из самых востребованных среди всех методов лучевой диагностики, обладающим простотой исполнения в режиме реального времени и низкой стоимостью. Область применения: диагностическая, лечебная, лечебно-диагностическая [1]. Актуальность темы биопсии сохранена по сей день, так как является золотым стандартом в онкологии, а если использовать УЗ-диагностику с современными технологиями определения эластичности опухолевой ткани, то качество выполнения биопсий увеличивается в разы, что соответствует известным правилам: не навредить пациенту и получить качественный морфологический материал, чтобы не пришлось выполнять повторные биопсии [2].

НЭН — форма эпителиальных опухолей, развивающихся из клеток слизистых оболочек и желез. Клиническая картина НЭН напрямую связана со способностью клеток этих опухолей вырабатывать регуляторные вещества, избыток которых и будет определять симптомы болезни. Все НЭН имеют злокачественный потенциал и способность к метастазированию. Определение степени потенциала злокачественности (Grade, G1, G2, G3) основана на оценке гистологии и определении активности деления клеток в опухоли (уровня митотической активности и индекса Ki-67), для этого требуется ИГХ.

При проведении гистобиопсии под УЗ-навигацией без использования доплерографии всегда возникает риск развития осложнений (кровотечений из-за патологических сосудов в структуре опухоли), и также возникают сложности в получении качественного биоптата без использования технологий оценки жесткости структуры опухоли [3].

Биопсия показана пациентам, у которых отмечаются повышение уровня онкомаркеров поджелудочной железы (СА — 242, СА 19-9), и у которых при инструментальных исследованиях выявляются объемные образования в поджелудочной железе, природу которых достоверно установить не представляется возможным. Среди противопоказаний отмечаются: нарушения свертываемости крови, острые инфекционные заболевания, желчная гипертензия и тяжелое общее состояние пациента.

Материалы и методы

В исследование включены 56 выявленных по данным результатам КТ с в/в контрастированием и клинико-лабораторным методам исследований НЭН поджелудочной железы, размерами от 2,0 см до 8,0 см. Проведен анализ результатов биопсий

НЭН поджелудочной железы под УЗ-навигацией в обычном В-режиме и в В-режиме с комплексными методами определения эластичности опухоли поджелудочной железы (эластометрии и эластографии), доплерографии и улучшением визуализации в В-режиме (тканевая гармоника, зум, УЗ-навигация биопсийной иглы) [4, 5].

Всегда надо помнить, что любое инвазивное вмешательство под диагностическим контролем должно быть максимально безопасным для пациента или должно быть максимально взвешенным и аргументированным в пользу его выполнения. При выполнении биопсии биоптат должен быть максимально качественным, чтоб не прибегать к повторным пункциям. При проведении биопсии глубокой локализации требуется подготовка, накануне можно рекомендовать прием эспумизана, с целью уменьшения явлений метеоризма. Если пациент принимает кроворазжижающие препараты — за 5–7 дней отмена препарата. Манипуляция выполняется строго натощак и в условиях стационара. После проведения манипуляции, холод к месту проведенной биопсии (20–25 мин) и голод, через 1–2 часа УЗ-контроль для исключения кровотечения. При проведении биопсии соблюдаются следующие правила:

а) безопасный доступ, по ходу иглы не должны попадать сосудистые структуры и полые органы с содержимым;

б) обязательный контроль положения иглы на всем протяжении;

в) компрессия до, в момент и после биопсии — это приводит к снижению рисков скальпированных ран (кожи, брюшины, капсулы или оболочек) от биопсийной иглы в момент укола, снижает риск развития болевого синдрома; после извлечения иглы в течение двух-трех минут соблюдается компрессия, происходит эпителизация раневого канала, что также снижает риск развития кровотечения или гематом после выполненной биопсии.

При биопсии используются автоматические или полуавтоматические системы, с диаметром режущих игл G18–G20.

Результаты

С использованием современных технологий УЗ-визуализации были определены различные типы опухоли (в виде солидных — узловых образований и кистозно-солидных форм опухоли), определен тип жесткости опухолевой ткани, истинные размеры опухоли, характер кровотока в структуре опухоли или инфильтрации сосудистых структур (рис. 1–9). С учетом всех полученных данных диагностического исследования, это позволяет сформировать полное представление об опухоли и, соответственно, снизить риски осложнений и

получить качественный материал (биоптат) [8]. По данным В-режима сложно интерпретировать крупные узловые образования, особенно если НЭН больше 4,5–5,0 см. В центральной части опухоли имеют структурную перестройку ткани, что в большей степени связано с зоной деструкции или некрозом, которую хорошо видно по данным эластографии (на фоне механической компрессии ткани), или при помощи эластометрии это можно подтвердить количественным показателем (в м/с или кПа) по сравнению с другими участками опухоли и неизменной структуры железы.

При использовании эластографии и эластометрии можно определить жесткость структуры опухоли в разных ее отделах, соответственно, после чего выполняется таргетная биопсия из жестких участков опухоли (чем выше жесткость, тем качественней биоптат и выше информативность при гистологическом исследовании).

Такая же тенденция имеется у пациентов с другими локализациями НЭН ЖКТ (тонкая кишка, прямая кишка, желудок — при опухолях > 3,0 см) и в метастазах печени (где очаги > 2,5–3,0 см, в центральной зоне с кистозными включениями или мягкоткаными участками) [9, 10].

По результатам проведенных биопсий НЭН поджелудочной железы в обычном В-режиме были получены следующие показатели информативности: чувствительность — 86,0 %, точность — 89 %. С использованием технологий оценки жесткости (эластографии и эластометрии) структуры образований, мы получили более высокие показатели информативности, где чувствительность — 99,6 %, точность — 100 %. Во время биопсии при использовании доплерографии выбиралась безопасная зона, бессосудистая область в структуре опухоли и вне сосудистых структур по ходу трека выполняемой биопсии.

При контрольном исследовании во всех случаях проведенных биопсий без осложнений показатели



Рис. 1. В-режим. НЭН тела поджелудочной железы. Гипо-, изоэхогенная структура, с четкими контурами, преимущественно однородной структуры, без явных зон деструкции в В-режиме

Fig. 1. B-mode. Neuroendocrine neoplasia of the pancreatic body. Hypo-, isoechoic structure, with clear contours, predominantly homogeneous structure, without obvious destruction zones in the B-mode

информативности (чувствительность и точность) составили 100 %.

У пациентов с метастатическим поражением печени НЭН поджелудочной железы есть возможность выбрать более безопасный способ биопсии из очагов в печени, с учетом ее доступности, так как зачастую бывает, что при объемных опухолях поджелудочной железы возможно получить некачественный биоптат из-за некроза в структуре опухоли или из-за инфильтрации чревного ствола и выраженной коллатеральной сети между бассейном верхней брыжеечной и гастродуоденальной артериями. Метастазы в печени по своей структуре соответствуют НЭН поджелудочной железы, поэтому методика выполнения биопсии идентична таковой при опухолях поджелудочной железы. При

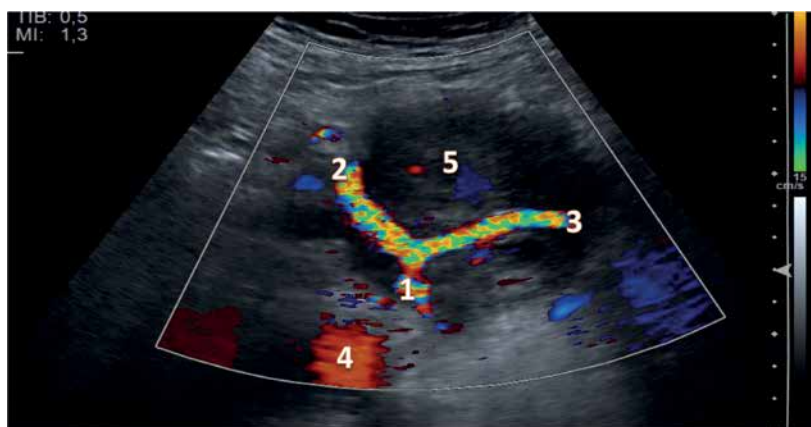


Рис. 2. НЭН тела поджелудочной железы. В режиме доплерографии определяется инфильтрация чревного ствола, общей печеночной и селезеночной артерии. Выбирается внесосудистая, более безопасная зона, для выполнения биопсии. 1 — чревный ствол; 2 — общая печеночная артерия; 3 — селезеночная артерия; 4 — брюшной отдел аорты; 5 — опухоль

Fig. 2. Neuroendocrine neoplasia of the pancreatic body. In the Dopplerography mode, infiltration of the celiac trunk, common hepatic and splenic arteries is determined, and an extravascular, safer zone is selected for biopsy. 1 — celiac trunk; 2 — common hepatic artery; 3 — splenic artery; 4 — abdominal aorta; 5 — tumor

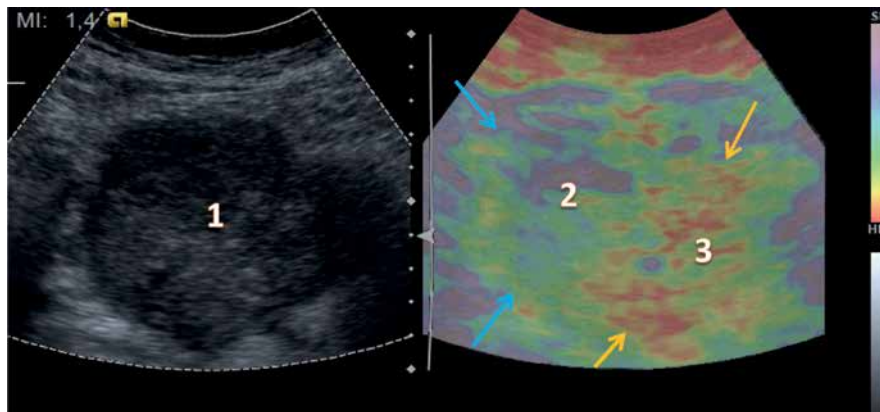


Рис. 3. НЭН тела поджелудочной железы. В режиме эластографии определяются жесткие участки в структуре опухоли для выполнения таргетной биопсии. Чем жестче ткань, тем вероятнее получение качественного биоптата. 1 — опухоль; 2 — при эластографии часть опухоли мягкой консистенции (зона деструкции, которая не определяется в В-режиме); 3 — при эластографии часть опухоли жесткой консистенции (зона интереса, откуда выполняется таргетная биопсия)

Fig. 3. Neuroendocrine neoplasia of the pancreatic body. In the elastography mode, rigid areas in the tumor structure are determined to perform a targeted biopsy, the tougher the tissue, the more likely it is to receive a high-quality biopsy.
1 — a tumor; 2 — a part of a soft-consistency tumor with elastography (a destruction zone that is not detected in B-mode);
3 — a part of a hard-consistency tumor with elastography (a zone of interest from where a targeted biopsy is performed)



Рис. 4. В-режим. Метастазы в печень НЭН поджелудочной железы.

1 — метастазы; 2 — печень;
3 — желчный пузырь

Fig. 4. B-mode. Liver metastases of neuroendocrine neoplasia of the pancreas. 1 — metastases; 2 — liver; 3 — gallbladder

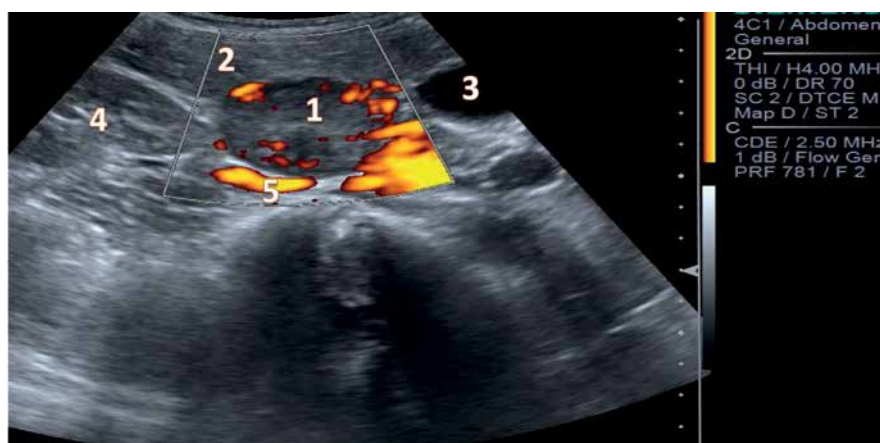


Рис. 5. Субкапсулярный метастаз в печень НЭН поджелудочной железы. В режиме энергетической доплерографии определяется кровоток в структуре метастаза и в окружающей паренхиме печени, выбирается внесосудистая, более безопасная зона для выполнения биопсии. 1 — метастаз; 2 — печень; 3 — желчный пузырь; 4 — правая почка; 5 — почечная артерия

Fig. 5. Subcapsular metastasis in the liver of neuroendocrine neoplasia of the pancreas. In the mode of energy Dopplerography, blood flow in the metastasis structure and in the surrounding liver parenchyma is determined, and an extravascular, safer zone is selected for performing a biopsy. 1 — metastasis; 2 — liver; 3 — gallbladder; 4 — right kidney; 5 — renal artery

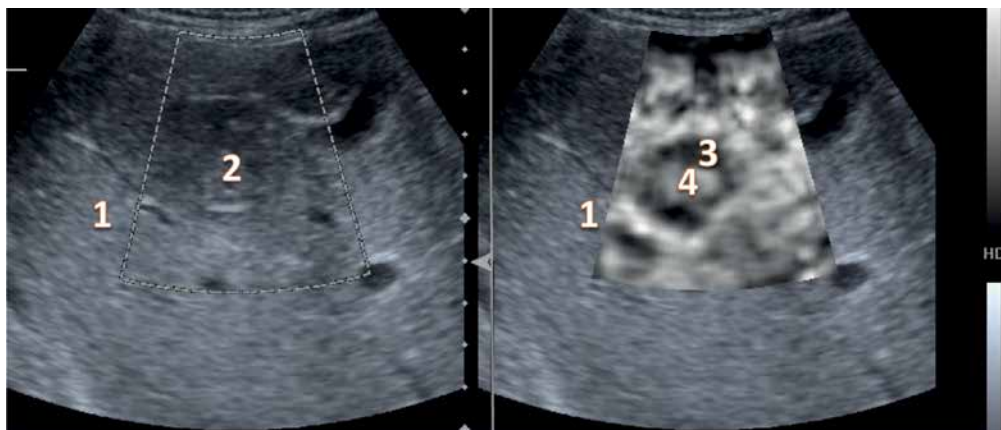


Рис. 6. Метастаз в печень НЭН поджелудочной железы. В режиме серошкальной эластографии определяются жесткие участки в периферических отделах метастаза и мягкие в центральной части метастаза.

1 — печень; 2 — метастаз (изоэхогенной структуры, зона деструкции отчетливо не определяется в В-режиме); 3 — при эластографии периферическая часть метастаза жесткой консистенции гипоехогенной структуры (зона интереса, откуда выполняется таргетная биопсия); 4 — при эластографии в центральной части метастаз мягкой консистенции гиперэхогенной структуры (зона деструкции, которая не определяется в В-режиме)

Fig. 6. Subcapsular metastasis in the liver of neuroendocrine neoplasia of the pancreas. In the mode of energy Dopplerography, blood flow in the metastasis structure and in the surrounding liver parenchyma is determined, and an extravascular, safer zone is selected for performing a biopsy. 1 — metastasis; 2 — liver; 3 — gallbladder; 4 — right kidney; 5 — renal artery

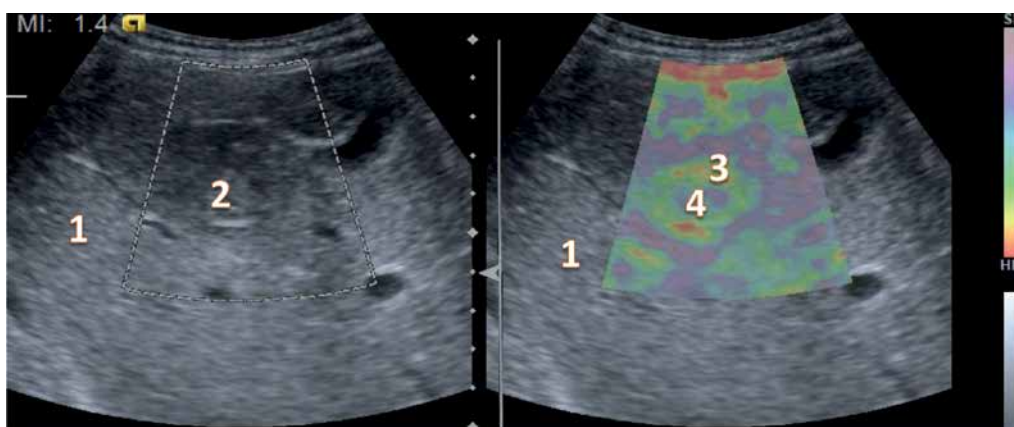


Рис. 7. Метастаз в печень НЭН поджелудочной железы. В режиме компрессионной эластографии определяются жесткие участки в периферических отделах метастаза и мягкие в центральной части метастаза. 1 — печень; 2 — метастаз (изоэхогенной структуры, зона деструкции отчетливо не определяется в В-режиме); 3 — при эластографии периферическая часть метастаза жесткой консистенции гипоехогенной структуры (зона интереса, откуда выполняется таргетная биопсия); 4 — при эластографии в центральной части метастаз мягкой консистенции гиперэхогенной структуры (зона деструкции, которая не определяется в В-режиме)

Fig. 7. Liver metastasis of neuroendocrine neoplasia of the pancreas. Compression elastography determines hard areas in the peripheral parts of the metastasis and soft areas in the central part of the metastasis. 1 — liver; 2 — metastasis (of an isoechoic structure, the destruction zone is not clearly defined in B-mode); 3 — with elastography, the peripheral part of the metastasis of a rigid consistency is of a hypoechoic structure (the area of interest from where the targeted biopsy is performed); 4 — with elastography in the central part of the metastasis of a soft consistency is of a hyperechoic structure (the destruction zone, which is not detected in B-mode)

доплерографии была выбрана безопасная зона вне сосудов. При эластографии и эластометрии были определены жесткие участки в метастазах печени, откуда выполнена таргетная биопсия, где чувствительность и точность = 100 %. Сопоставление с дан-

ными использованием комплексной УЗ-навигации при биопсиях с НЭН поджелудочной железы, где $p < 0,05$, говорит о том, что полученные результаты статистически значимы.



Рис. 8. Метастаз в печень НЭН поджелудочной железы. После проведенной эластографии в зоне интереса при эластометрии по количественному показателю подтверждается, откуда будет выполнена таргетная биопсия.

Чем выше значения количественного параметра, тем жестче опухолевая ткань. 1 — метастаз; 2 — печень; 3 — желчный пузырь; 4 — правая почка

Fig. 8. Liver metastasis of neuroendocrine neoplasia of the pancreas. After performing elastography in the area of interest during elastometry, we confirm with quantitative indicators from where the targeted biopsy will be performed, the tougher the tumor tissue, the higher the values of the quantitative parameter will be. 1 — metastasis; 2 — liver; 3 — gallbladder; 4 — right kidney

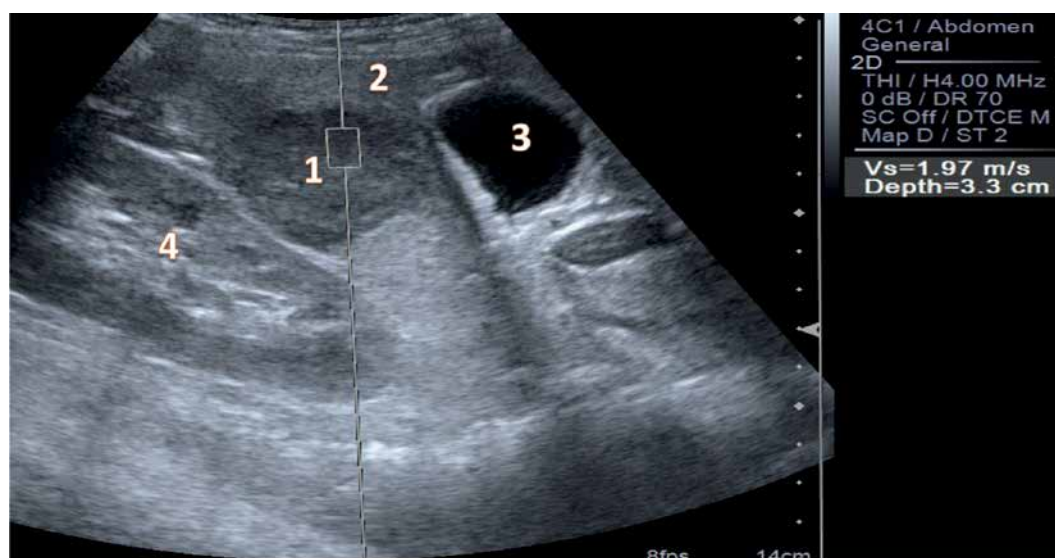


Рис. 9. Метастаз в печень НЭН поджелудочной железы. После проведенной эластографии в зоне интереса при эластометрии подтверждается по количественному показателю, что чем мягче опухолевая ткань, тем вероятнее, что это зона деструкции, из-за чего можно получить фрагментированный, малоинформативный биоптат. 1 — метастаз; 2 — печень; 3 — желчный пузырь; 4 — правая почка

Fig. 9. Liver metastasis of neuroendocrine neoplasia of the pancreas. After elastography in the area of interest during elastometry, we confirm with a quantitative indicator that the softer the tumor tissue, the more likely it is to be a zone of destruction and a fragmented, poorly informative biopsy can be obtained. 1 — metastasis; 2 — liver; 3 — gallbladder; 4 — right kidney

Выводы

Дополнительные ультразвуковые методики позволяют дать качественные и количественные критерии структуры опухоли, что технически позволяет получить качественный биоптат и избежать лишних биопсий. При эластографии и эластометрии НЭН > 4,5–5,0 см имеют жесткую структуру в периферических отделах и мягкую консистенцию в центральной части, поэтому для получения каче-

ственного биоптата биопсию выполняют из периферических отделов опухоли.

В режиме реального времени можно оценить техническую возможность проведения биопсии под УЗ-навигацией и максимально снизить риски осложнений при выполнении пункции. При доплерографии можно выбрать бессосудистую область в структуре опухоли и вне сосудистых структур по ходу трека выполняемой биопсии. Биопсия под

УЗ-навигацией — это самый доступный и менее затратный способ получения биологического материала. Он является основным методом при биопсиях НЭН поджелудочной железы и НЭН ЖКТ других локализаций.

Список литературы / References

1. Бердников СН, Погребняков ИВ, Шолохов ВН и др. Биопсия поджелудочной железы под УЗ-навигацией: как добиться цели и избежать осложнений. Актуальные вопросы оказания онкологической помощи на территориях с малой плотностью населения. Якутск, 2024;58-9. Berdnikov SN, Pogrebnyakov IV, Sholokhov VN, et al. Biopsy of the pancreas under ultrasound navigation: how to achieve goals and avoid complications. Current issues of oncological care in areas with low population density. Yakutsk, 2024;58-9. (In Russ.).
2. Патютко ЮИ, Шолохов ВН, Котельников АГ и др. Ультразвуковая эластометрия поджелудочной железы — возможное инструментальное прогнозирование несостоятельности панкреатикодигестивного соустья. Вестник хирургической гастроэнтерологии. 2016;3:110-3. Patyutko Yul, Sholokhov VN, Kotelnikov AG, et al. Ultrasound elastometry of the pancreas is a possible instrumental prediction of pancreatic digestive failure. Bulletin of Surgical Gastroenterology. 2016;3:110-3. (In Russ.).
3. Гальперин ЭИ, Дюжева ТГ, Семенов ИА и др. О возможности метода ультразвуковой эластометрии для диагностики хронического панкреатита. Полный факторный эксперимент. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2015;2:19-35. Galperin EI, Dyuzheva TG, Semenenko IA, et al. About the possibilities of ultrasound elastometry for the diagnosis of chronic pancreatitis. A complete factorial experiment. Ultrasound and Functional Diagnostics. 2015;2:19-35. (In Russ.).
4. Бердников СН. Ультразвуковые технологии отображения механических свойств тканей в дифференциальной диагностике новообразований печени. Дис. канд. мед. наук. М., 2014; 154 с. Berdnikov SN. Ultrasound technologies for displaying the mechanical properties of tissues in the differential diagnosis of liver tumors. Dissertation for PhD Med. M., 2014; 154 p. (In Russ.).
5. Бердников СН, Шолохов ВН, Патютко ЮИ и др. Эластометрия и эластография в дифференциальной диагностике гиперэхогенных образований печени. Анналы хирургической гепатологии. 2014;19(3):40-5. Berdnikov SN, Sholokhov VN, Patyutko Yul, et al. Elastometry and elastography in the differential diagnosis of hyperechoic liver formations. Annals of Surgical Hepatology. 2014;19(3):40-5. (In Russ.).
6. Бердников СН, Шолохов ВН, Патютко ЮИ и др. Сравнение показателей эластографии и эластометрии объемных образований печени с данными, полученными при исследовании удаленного макропрепарата. Анналы хирургической гепатологии. 2013;18 (3):54-60. Berdnikov SN, Sholokhov VN, Patyutko Yul, et al. Comparison of indicators of elastography and elastometry of volumetric formations of the liver with the data obtained during the examination of the removed macropreparation. Annals of Surgical Hepatology. 2013;18 (3):54-60. (In Russ.).
7. Бердников СН, Шолохов ВН, Синюкова ГТ и др. Дифференциальная диагностика очаговых гиперэхогенных образований в печени. Колопроктология. 2017;S2(60):19-25. Berdnikov SN, Sholokhov VN, Sinyukova GT, et al. Differential diagnosis of focal hyperechoic formations in the liver. Coloproctology. 2017;S2(60):19-25.
8. Гальперин ЭИ, Дюжева ТГ, Шолохов ВН и др. Способ определения показаний к максимально радикальному хирургическому лечению больных хроническим панкреатитом. Патент на изобретение RU 2580478 C1, 10.04.2016, заявка №2015117570/14 от 12.05.2015. Galperin EI, Dyuzheva TG, Sholokhov VN, et al. A method for determining indications for the most radical surgical treatment of patients with chronic pancreatitis. A patent for an invention RU 2580478 C1, 10.04.2016 application №2015117570/14 date 12.05.2015.
9. Гальперин ЭИ, Дюжева ТГ, Семенов ИА и др. Классификация хронического панкреатита. Актуальные проблемы хирургической гепатологии. XX юбилейный Международный конгресс хирургов-гепатологов России и стран СНГ. 2013. Galperin EI, Dyuzheva TG, Semenenko IA, et al. Classification of chronic pancreatitis. Current problems of surgical hepatology. XX Anniversary International Congress of Hepatology Surgeons in Russia and CIS countries. 2013.

Вклад авторов

Статья подготовлена с равным участием авторов.

Authors' contributions

Article was prepared with equal participation of the authors.

Information about the authors

Sergey N. Berdnikov, <https://orcid.org/0000-0003-2586-8562>
Michael G. Abgaryan, <https://orcid.org/0000-0003-4930-1704>
Anastasiya M. Belozerskikh, <https://orcid.org/0009-0005-2532-1956>
Igor V. Pogrebnyakov, <https://orcid.org/0000-0002-4587-4153>
Vladimir N. Sholokhov, <https://orcid.org/0000-0001-7744-5022>
Nikolay E. Kudashkin, <https://orcid.org/0000-0003-0504-585X>
Alexey E. Kalinin, <https://orcid.org/0000-0001-7457-3889>
Elena V. Tikhonova, <https://orcid.org/0009-0007-6479-8268>

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.
Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Соответствие принципам этики. Одобрение этического комитета не требовалось.
Информированное согласие. Пациенты подписали информированное согласие на публикацию данных.

Тип статьи: Оригинальная статья.
Поступила: 11.04.2025.
Принята к публикации: 18.05.2025.
Опубликована online: 26.06.2025.

Funding. The study had no sponsorship.
Conflict of interests. Not declared.
Ethical compliance. Ethical committee approval was not necessary.
Informed consent. The patients signed informed consent for the publication of the data.

Article type: Original article.
Received: 11.04.2025.
Accepted for publication: 18.05.2025.
Published online: 26.06.2025.