**Брюшная полость и забрюшинное пространство**
Abdomen and retroperitoneumISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1706>

Методика выполнения чрескожной таргетной биопсии опухолей поджелудочной железы под ультразвуковым контролем с применением данных низкодозной перфузионной КТ в качестве навигации в режиме fusion (методические рекомендации)

© Джигкаева М.М.*, Лагуева И.Д., Рагимов В.А., Нуднов Н.В., Солодкий В.А.

ФГБУ "Российский научный центр рентгенодиагностики" Минздрава России; 117997 Москва, ул. Профсоюзная, д. 86, Российская Федерация

Компьютерная томография с внутривенным контрастным усилением (КТ с в/в КУ) является "золотым стандартом" в диагностике образований поджелудочной железы. Дополнение стандартного протокола КТ с в/в КУ перфузионной программой существенно расширяет ее диагностические возможности, в частности в выявлении наиболее информативных структурных участков для забора морфологического материала на основании внутриопухолевых показателей кровотока. Практическое применение данных низкодозной перфузионной компьютерной томографии (ндПКТ) при чрескожной биопсии образований поджелудочной железы, подозрительных на злокачественный процесс, позволяет снизить число ложноотрицательных результатов. В статье представлены методика выполнения ндПКТ поджелудочной железы, постпроцессинговая обработка полученных данных, а также технические аспекты выполнения чрескожной таргетной биопсии образований поджелудочной железы с ориентацией на данные ндПКТ под ультразвуковым контролем в режиме fusion.

Цель исследования: методическое описание техники выполнения и параметрического анализа данных низкодозной перфузионной компьютерной томографии для последующего использования полученных данных в качестве навигации при чрескожной таргетной биопсии под ультразвуковым контролем в режиме fusion подозрительных на рак образований поджелудочной железы.

Материал и методы. В основу методических рекомендаций вошли результаты собственных исследований, выполненных 34 пациентам с образованиями поджелудочной железы, находившимся в стационарном отделении хирургических методов лечения и противоопухолевой лекарственной терапии абдоминальной онкологии с койками абдоминальной ФГБУ "РНЦРР" Минздрава России в период 2023–2026 гг.

Ключевые слова: рак поджелудочной железы; чрескожная таргетная биопсия; ультразвуковое исследование; низкодозная перфузионная компьютерная томография

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

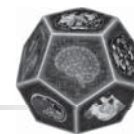
Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики. Данная тема рассмотрена и утверждена на независимом этическом комитете ФГБУ "РНЦРР" МЗ РФ.

Для цитирования: Джигкаева М.М., Лагуева И.Д., Рагимов В.А., Нуднов Н.В., Солодкий В.А. Методика выполнения чрескожной таргетной биопсии опухолей поджелудочной железы под ультразвуковым контролем с применением данных низкодозной перфузионной КТ в качестве навигации в режиме fusion (методические рекомендации). *Медицинская визуализация*. 2026; 30 (3): 64–73. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1706>

Поступила в редакцию: 24.09.2026.

Принята к печати: 26.09.2026.

Опубликована online: 30.09.2026.



A technique for performing ultrasound-guided percutaneous targeted biopsy of pancreatic tumors using low-dose perfusion CT data for fusion-mode navigation (methodological recommendations)

© Marina M. Dzhigkaeva*, Irina D. Lagkueva, Vadim A. Ragimov, Nikolay V. Nudnov, Vladimir A. Solodkiy

Russian Scientific Center of Roentgenoradiology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 86, Profsoyusnaya str., Moscow 117997, Russian Federation

Computed tomography with intravenous contrast enhancement (CT with IV-CE) is the “gold standard” for diagnosing pancreatic lesions. Supplementing standard CT with IV-CE with a perfusion scanning protocol significantly enhances the diagnostic capabilities of imaging techniques in identifying the most informative intratumoral biopsy sites based on blood flow measurements, which in turn reduces the number of false-negative results in suspected pancreatic malignancy. This article presents the methodology for performing NDPCT of pancreatic lesions, post-processing of the obtained results, as well as the technical aspects of performing percutaneous targeted biopsy of pancreatic lesions based on NDPCT data under ultrasound control in fusion mode.

Objective: A detailed description of the methodology for performing and parametrically analyzing the results of low-dose perfusion computed tomography for the subsequent use of the obtained data for navigation during percutaneous targeted biopsy under ultrasound control in fusion mode of pancreatic tumors suspicious for cancer.

Materials and methods. These methodological guidelines are based on the results of original research conducted on 34 patients with pancreatic lesions who were treated between 2023 and 2026 at the Department of Surgical Treatment and Antitumor Drug Therapy for Abdominal Malignancies (incorporating abdominal surgery beds) of the Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies (RNCRR) of the Ministry of Health of Russia.

Keywords: pancreatic cancer; percutaneous targeted biopsy; ultrasound; low-dose perfusion computed tomography

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

Compliance with patient rights and bioethics guidelines. This topic was reviewed and approved by the independent ethics committee of the Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies (RSCRT) of the Ministry of Health of the Russian Federation.

For citation: Dzhigkaeva M.M., Lagkueva I.D., Ragimov V.A., Nudnov N.V. Solodkiy V.A. A technique for performing ultrasound-guided percutaneous targeted biopsy of pancreatic tumors using low-dose perfusion CT data for fusion-mode navigation (methodological recommendations). *Medical Visualization*. 2026; 30 (3): 64-73. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1706>

Received: 24.09.2026.

Accepted for publication: 26.09.2026.

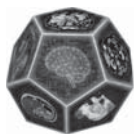
Published online: 30.09.2026.

Введение

Рак поджелудочной железы является 6-й по значимости в мире причиной смертности от онкологических заболеваний [1]. Своевременная диагностика от выявления образований по данным лучевых методов исследования до установления морфологического диагноза на основании изучения материала, полученного во время пункционной биопсии, является одним из определяющих факторов терапии и, следовательно, продолжительности жизни больных со злокачественными новообразованиями поджелудочной железы [2, 3].

Тенденция к увеличению частоты заболеваемости раком поджелудочной железы по данным мировой статистики на сегодняшний день делает крайне актуальным поиск способов, позволяющих улучшить эффективность малоинвазивного установле-

ния характера новообразований в сжатые сроки для своевременного начала лечения и улучшения прогноза заболевания [4-6]. Среди таких способов совершенствования морфологической верификации опухолей целесообразен инновационный подход – применение данных низкодозной перфузионной компьютерной томографии (ндПКТ) при биопсии. Возможности ндПКТ в оценке внутриопухолевых различий микроциркуляции можно рассмотреть в качестве перспективного и прогрессивного метода навигации при планировании чрескожной таргетной биопсии опухолей поджелудочной железы, гетерогенность и структурные особенности которых являются основной причиной получения ложных результатов при биопсии и индуцируют выполнение повторного хирургического вмешательства [7-10].



Навигационные возможности данных ндПКТ при чрескожной таргетной биопсии образований поджелудочной железы под ультразвуковым контролем в режиме fusion в настоящее время остаются неизученными.

Цель исследования: определена актуальность и необходимость изучения комбинированного подхода для повышения результативности чрескожной таргетной биопсии образований поджелудочной железы.

Показания к выполнению ндПКТ поджелудочной железы:

1. ндПКТ рекомендуется к практическому применению у пациентов с впервые выявленными образованиями поджелудочной железы, подозрительными на рак, которым планируется выполнение чрескожной биопсии (ЧБ) под ультразвуковым контролем для установления морфологического диагноза.

2. ндПКТ рекомендуется к практическому применению у пациентов с предшествующими безуспешными попытками биопсии образований поджелудочной железы эндоскопическим, чрескожным или интраоперационным доступом.

Подготовка к исследованию и укладка

Перед выполнением ндПКТ пациенты подписывают добровольное информированное согласие. Определяются абсолютные и относительные противопоказания к внутривенному введению йодсодержащих контрастных средств. К абсолютным противопоказаниям относятся тяжелые аллергические реакции на йодсодержащие контрастные средства в анамнезе и манифестный тиреотоксикоз, к относительным – снижение функции почек, бронхиальная астма в стадии обострения или в тяжелой форме, беременность, сахарный диабет, печеночная, почечная, сердечная недостаточность в стадии декомпенсации.

ндПКТ рекомендуется выполнять натощак, при этом достаточно ограничения приема пищи за 2 ч до исследования для предотвращения вазовагальной реакции. Необходима оценка уровня креатинина по биохимическому анализу крови сроком не позднее 1 мес до исследования и определение скорости клубочковой фильтрации, которая должна быть выше 30 мл/мин/1,73 м² (согласно актуальным рекомендациям Комитета по безопасности контрастных средств Европейского общества урогенитальной радиологии (ESUR Contrast Media Safety Committee)). У всех пациентов, вошедших в наше исследование, этот показатель был выше 40 мл/мин/1,73 м².

Перед выполнением исследования рекомендуется провести разъяснительную беседу с пациентом

о необходимости неподвижного положения, спокойного и неглубокого дыхания, следует предупредить о челночных движениях при сканировании и об ощущениях во время введения контрастного средства.

Для введения контрастного средства пациенту устанавливается периферический катетер в кубитальную вену диаметром не менее 20 G с последующим подключением к системе инъектора. Исследование проводится с заведенными за голову руками с целью исключения артефактов при сканировании.

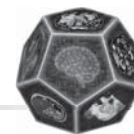
Выполнение исследования ндПКТ

Представлен подробный анализ ндПКТ-сканирования, выполненного нами на 64-срезовом компьютерном томографе General Electric "Optima CT 660".

Для сканирования используется специальный протокол ндПКТ (0,5 мЗв). На первом этапе после получения локализаторов в коронарной и сагиттальной плоскостях стандартно выполняется нативное сканирование толщиной срезов 5 мм. В последующем выделяется область сканирования по перфузионной программе таким образом, чтобы образование поджелудочной железы находилось в центре поля сканирования. Для внутривенного (в/в) контрастирования препараты с концентрацией йода 350–370 мг/мл рекомендуется вводить в объеме 40–50 мл со средней скоростью введения 4,0–5,0 мл/с, с последующим болюсным введением 30–50 мл физиологического раствора. Запуск многократного сканирования зоны интереса осуществляется одновременно с введением контрастного средства. Общее время динамического исследования составляет 60 с, из которых на сканирование приходится 53 с, на задержку – 7 с. Для перфузионной программы сканирования используются следующие параметры: 32 серии, время сканирования 1 серии – 1,7 с, интервал между сериями – 1 с, время оборота трубки – 0,5 с, питч – 1,375. Сканирование осуществляется в спиральном челночном режиме (Helical Shuttle) с охватом зоны сканирования 12 см в краниокаудальном направлении. Для снижения лучевой нагрузки модифицируются параметры сканирования: напряжение трубки – 80 кВ, сила тока на трубке – 220 мА. Лучевая нагрузка высчитывается индивидуально для каждого пациента по формуле Total Exam DLP × 0,014.

Постпроцессинговая обработка и анализ ндПКТ

Представлено подробное изложение постпроцессинговой обработки данных ндПКТ на рабочей станции Advantage Workstation VolumeShare 7 "General Electric".



Полученные перфузионные серии с толщиной срезов 5 мм ("сырые данные") реконструируются в 1,25 мм в программе Retro Recon. Далее реконструированные серии рекомендуется загрузить в приложение динамической записи на рабочей станции врача с целью минимизации нежелательных двигательных артефактов, что в последующем значительно облегчит работу и повысит качество анализируемых изображений.

Для получения цветowych карт с возможностью последующего анализа количественных показателей используется специальный программный пакет 4D-перфузии для поджелудочной железы. Прежде всего определяются зоны интереса (ROI, Region of Interest) с позиционированием на брюшную аорту в качестве референсной точки, необходимой для построения математической модели, а также в нескольких точках опухолевого образования для определения количественных параметров микроциркуляции в выбранных зонах. К стандартным анализируемым количественным параметрам относятся:

1) объем крови – blood volume (BV, мл/100 г). С помощью BV рассчитывается объем крови в миллилитрах на 100 г ткани;

2) скорость кровотока – blood flow (BF, мл/100 г/мин). С помощью BF рассчитывается количество крови в миллилитрах, которое проходит через 100 г ткани в минуту;

3) среднее время прохождения контрастного препарата – mean transit time (MTT, с) – среднее время прохождения крови в секундах через сосудистое русло;

4) время достижения пика – time to peak (TTP, с), отражает время в секундах от начала введения до достижения максимальной концентрации контрастного препарата в ткани;

5) капиллярная проницаемость – permeability surface-area product (PS, мл/100 г × мин) – коэффициент проницаемости сосудистой стенки капилляров в миллилитрах на 100 г ткани в минуту.

С целью улучшения визуализационных характеристик перфузионных карт рекомендуется проводить коррекцию верхней границы цветового окна просмотра последовательно для каждого параметра, исходя из средних значений: для анализа BV верхняя граница составляет около 80, для BF – 200, для MTT – 15, для TTP – 25, для PS – 100. При этом важно контролировать, чтобы нижняя граница окна имела нулевое значение, так как без коррекции она может выходить за пределы диапазона цветовой шкалы, т.е. в отрицательные значения. Анализ полученных изображений осуществляется в цветowych картах: rainbow functional для BV и PS, puh_thallium для BF, inv_rainbow для MTT и TTP.

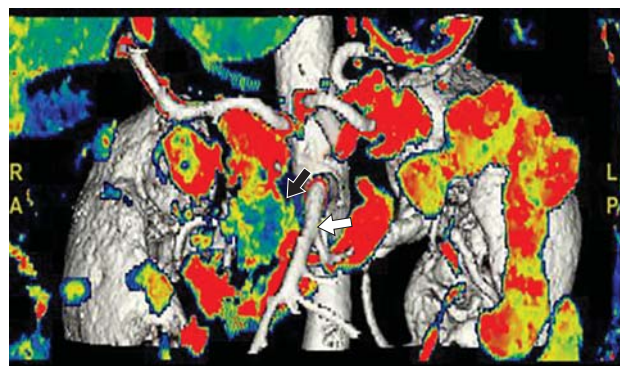


Рис. 1. Fusion объемной реконструкции (VR) и перфузионной карты MIS в коронарной плоскости. Граница опухоли представлена желто-зеленым цветом (черная стрелка), чревный ствол в режиме VR (белая стрелка).

Fig. 1. Fusion of volume rendering (VR) and the MIS perfusion map in the coronal plane. The tumor margin is shown in yellow-green (black arrow), and the celiac trunk in VR mode (white arrow).

Использование перфузионных карт с полуколичественными параметрами средней скорости возрастания плотности (Mean Slope of Increase – MSI) и пиковой интенсивности усиления (Positive Enh. Integral – PEI) позволяет оценить соотношение опухоли и сосудов, облегчая выявление сосудистой инвазии. Данные показатели отражают динамику накопления контрастного вещества в тканях и измеряются в единицах Хаунсфилда (HU). Пиковая интенсивность усиления (PEI) отражает максимальную плотность (пик) контрастного вещества в ткани после его внутривенного введения, вычитая исходную плотность, а средняя скорость достижения пика от момента начала контрастирования называется средней скоростью возрастания плотности (MIS).

Также программный пакет 4D-перфузии для поджелудочной железы позволяет комбинировать цветowych карты с объемной реконструкцией (Volume Rendering – VR) и получить модифицированное изображение (рис. 1).

Для корректности параметрических измерений в зоне интереса рекомендуется настроить параметры ROI в ручном режиме с автоматическим дублированием на всех цветowych картах. ROI устанавливается в нескольких точках образования, селекция которых осуществляется на основании предварительного анализа, ориентируясь на цветowych шкалы. В нашем исследовании диаметр ROI был равен 5 мм. Для участков с высокими значениями сосудистой проницаемости, объема и скорости кровотока характерен красно-оранжевый градиент. Для высоких значений показателей среднего времени

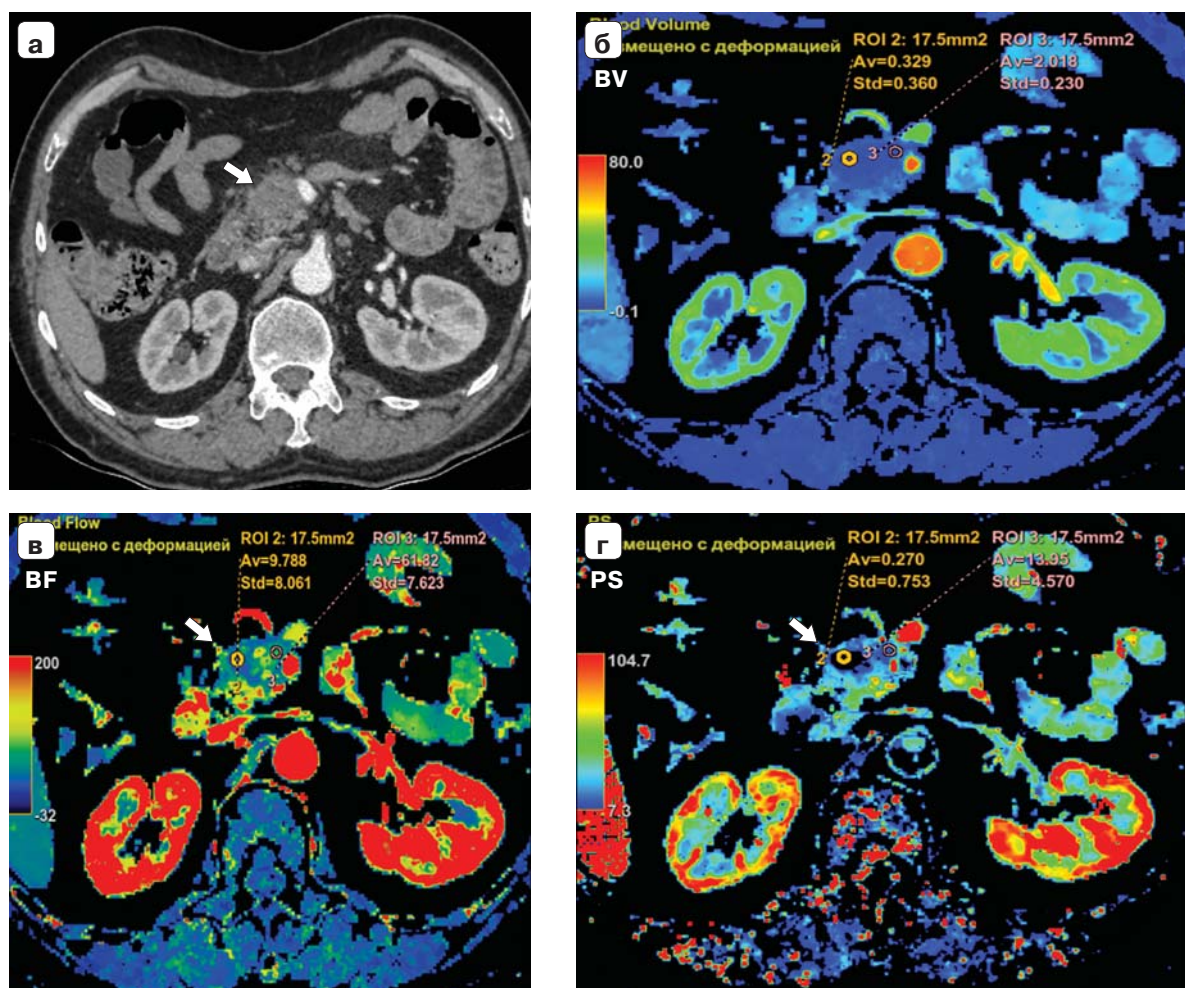
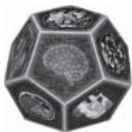


Рис. 2. Серия снимков, демонстрирующая гетерогенность периферической части опухоли поджелудочной железы, разницу по кровотоку (объем, скорость, сосудистая проницаемость) в пределах периферической части.
а – КТ. Артериальная фаза. Аксиальная плоскость. Относительно однородная гиповаскулярная опухоль в головке поджелудочной железы (стрелка);
б – цветовая карта. Аксиальная плоскость. Количественные показатели BV в разных точках периферической зоны (ROI 2 – в правых отделах опухоли, ROI 3 – в левых отделах опухоли) протоковой аденокарциномы в головке поджелудочной железы, которые демонстрируют значимые отличия;
в – цветовая карта. Аксиальная плоскость. Количественные показатели BF в разных точках периферической зоны (ROI 2 – в правых отделах опухоли, ROI 3 – в левых отделах опухоли) протоковой аденокарциномы в головке поджелудочной железы, которые демонстрируют значимые отличия;
г – цветовая карта. Аксиальная плоскость. Количественные показатели PS в разных точках периферической зоны (ROI 2 – в правых отделах опухоли, ROI 3 – в левых отделах опухоли) протоковой аденокарциномы в головке поджелудочной железы, которые демонстрируют значимые отличия.

Fig. 2. A series of images demonstrating the heterogeneity of the peripheral part of a pancreatic tumor and differences in blood flow parameters (volume, velocity, vascular permeability) within that peripheral region.
а – CT. Arterial phase. Axial plane. A relatively homogeneous hypovascular tumor in the head of the pancreas (arrow);
б – color map. Axial plane. Quantitative blood volume (BV) values at different points within the peripheral zone (ROI 2 – right aspect of the tumor; ROI 3 – left aspect of the tumor) of a ductal adenocarcinoma in the pancreatic head, demonstrating significant differences;
в – color map. Axial plane. Quantitative BF values at different points in the peripheral zone (ROI 2 – in the right aspect of the tumor, ROI 3 – in the left aspect of the tumor) of a ductal adenocarcinoma in the pancreatic head, demonstrating significant differences;
г – color map. Axial plane. Quantitative PS values at different points in the peripheral zone (ROI 2 – in the right aspect of the tumor, ROI 3 – in the left aspect of the tumor) of a ductal adenocarcinoma in the pancreatic head, demonstrating significant differences.

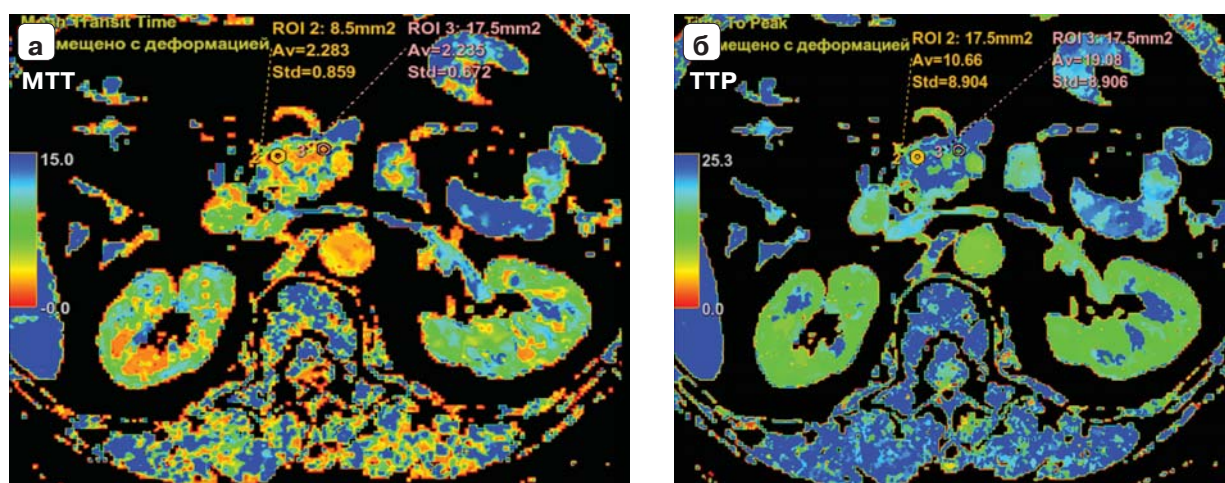
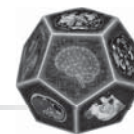


Рис. 3. Цветовые карты перфузии, демонстрирующие гетерогенность периферической части опухоли поджелудочной железы, разницу временных параметров (среднее время прохождения контрастного препарата, время достижения пика) в пределах периферической части.

а – цветовая карта. Аксиальная плоскость. Количественные показатели MTT в разных точках периферической зоны (ROI 2 – в правых отделах опухоли, ROI 3 – в левых отделах опухоли) протоковой аденокарциномы в головке поджелудочной железы, которые демонстрируют значимые отличия;

б – цветовая карта. Аксиальная плоскость. Количественные показатели TTP в разных точках периферической зоны (ROI 2 – в правых отделах опухоли, ROI 3 – в левых отделах опухоли) протоковой аденокарциномы в головке поджелудочной железы, которые демонстрируют значимые отличия.

Fig. 3. Perfusion color maps demonstrating the heterogeneity of the pancreatic tumor periphery and differences in temporal parameters (mean transit time, time to peak) within the peripheral region.

а – color map. Axial plane. Quantitative MTT values at different points within the peripheral zone (ROI 2 in the right aspect of the tumor, ROI 3 in the left aspect) of a ductal adenocarcinoma in the pancreatic head, demonstrating significant differences;

б – color map. Axial plane. Quantitative TTP values at different points within the peripheral zone (ROI 2 – in the right sections of the tumor, ROI 3 – in the left sections of the tumor) of a ductal adenocarcinoma in the pancreatic head, demonstrating significant differences.

прохождения контрастного средства и для времени достижения пика характерен сине-зеленый градиент. После расчета методом деконволюции количественные значения перфузии в зоне интереса отображаются в виде сводной таблицы с абсолютными числовыми значениями и со средним отклонением.

Преимущество ндПКТ заключается в возможности выявлять различия по кровотоку в структуре, как правило, гетерогенной протоковой аденокарциномы, демонстрирующей относительную гомогенность при стандартной КТ с в/в КУ. Известно, что наиболее низкие показатели кровотока наблюдаются в центральных отделах опухолей, представленных некротическим компонентом, в то время как для периферических отделов значения перфузионных показателей выше. Отталкиваясь от данного факта, хирурги постулируют забор морфологического материала из периферических отделов, избегая центр опухоли. Однако и для периферической

части протоковой аденокарциномы характерно неравномерное распределение, что также может приводить к получению неинформативного биоптата при морфологическом исследовании (рис. 2, 3).

В результате анализа определяется таргетная для биопсии область на перфузионных картах и извлекается одна серия ндПКТ с последующим экспортом на DVD-носитель.

Технология fusion – совмещение перфузионной серии ндПКТ и УЗИ

Представлено подробное изложение этапов синхронизации перфузионной серии ндПКТ и УЗИ на ультразвуковом аппарате. В нашей работе ультразвуковые исследования выполнялись на аппарате “Esaote MyLab Twice”.

Наиболее информативная перфузионная серия и цветовые карты импортируются в ультразвуковой аппарат. Далее на перфузионной серии следует

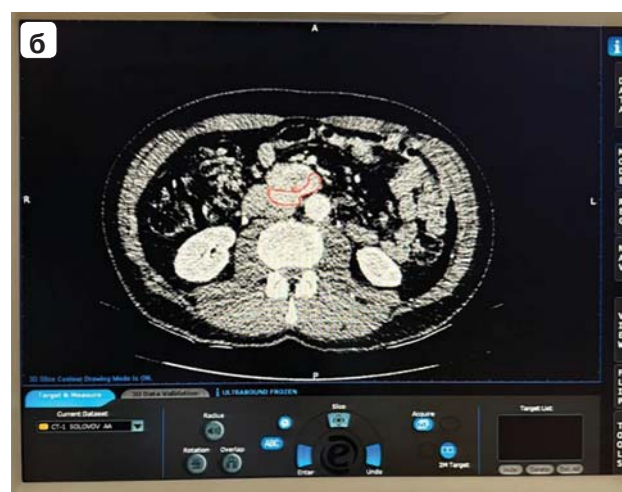
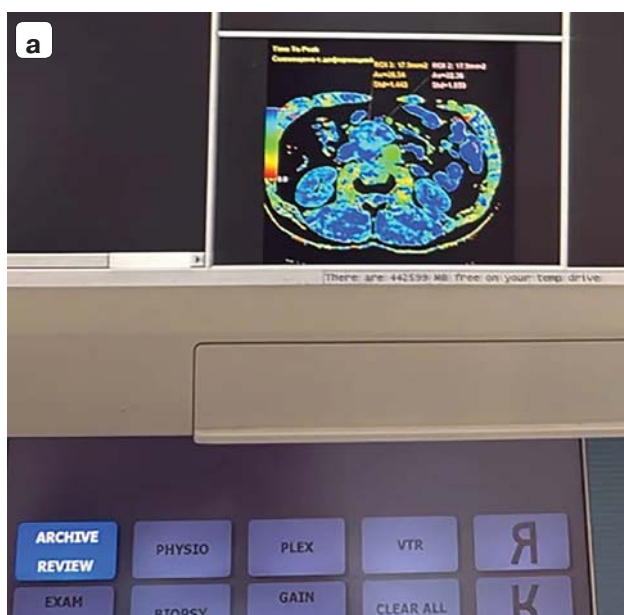
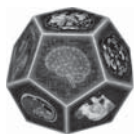


Рис. 4. Цветовая карта (а) и перфузионная серия (б), импортированные в ультразвуковой аппарат “Esaote MyLab Twice”. Выделенный участок на перфузионной серии по данным цветовых карт для последующей таргетной биопсии опухоли под ультразвуковым контролем в режиме fusion (б).

Fig. 4. Color map (a) and perfusion series (b) imported into the Esaote MyLab Twice ultrasound system. Region of interest on the perfusion series identified using color map data for subsequent ultrasound-guided targeted tumor biopsy in fusion mode (b).

выделить таргетный участок в соответствии с данными загруженных цветовых карт и оконтурить (рис. 4).

Следующим этапом после определения маркированной внутриопухолевой “мишени” на ндПКТ выполняется УЗИ с установкой датчика перпендикулярно телу пациента. Предварительно на стойке рядом с кушеткой устанавливается излучатель магнитного поля, который необходим для создания возможности объемной навигации. Специальный магнитный сенсор (приемник) крепится на ультразвуковой датчик, что даст возможность определения положения датчика относительно тела пациента. Затем с помощью интеллектуальной программы ультразвукового аппарата осуществляется синхронизация загруженных данных ндПКТ с ультразвуковым изображением в режиме реального времени – технология fusion. Ориентирами для топографического совмещения в аксиальной плоскости ндПКТ и ультразвуковых изображений являются сосудистые структуры (воротная вена, чревный ствол, верхняя брыжеечная артерия). Для максимального сопоставления изображений необходим выбор двух и более ориентиров. После совмещения ндПКТ и УЗИ любое движение датчика синхронно будет менять срез КТ-изображения. Процесс объединения двух диагностических модальностей на ульт-

развуковом аппарате занимает менее 1 мин. В нашем исследовании среднее время синхронизации изображений составило 46 с.

Чрескожная таргетная биопсия под ультразвуковым контролем с применением данных низкодозной перфузионной КТ в качестве навигации в режиме fusion

Следующим этапом является непосредственно чрескожная таргетная биопсия образования поджелудочной железы. Предварительно исключаются противопоказания к малоинвазивному хирургическому вмешательству на основании результатов лабораторных и инструментальных методов исследования.

Чрескожная биопсия опухолей поджелудочной железы выполняется под местной анестезией 20,0 0,25% раствором новокаина – (или лидокаина 20 мг/мл, 4 мл) в положении пациента лежа на столе томографа непосредственно сразу после выполнения ндПКТ без изменения положения тела под ультразвуковым контролем. В зависимости от локализации опухоли определяется наиболее оптимальный доступ: передний срединный (наиболее частый), левосторонний, правосторонний, задний. Для выполнения трепан-биопсии нами использова-

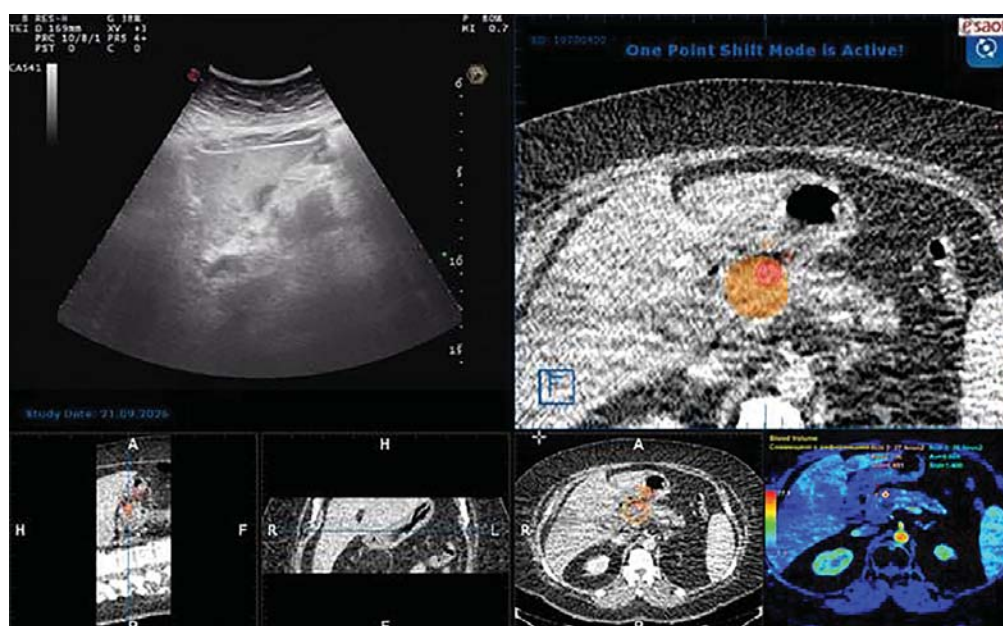
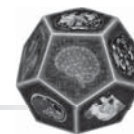


Рис. 5. Этап синхронизации ндПКТ и УЗИ (fusion) на экране ультразвукового аппарата “Esaote MyLab Twice” перед чрескожной таргетной биопсией протоковой аденокарциномы головки поджелудочной железы. По данным УЗИ в головке поджелудочной железы визуализируется гипоехогенная гомогенная опухоль. На перфузионном исследовании опухоль маркирована оранжевым цветом, таргетный участок для биопсии обозначен красной меткой и соответствует “мишени” на цветовой карте.

Fig. 5. Synchronization stage (fusion imaging) of CEUS and ultrasound on the screen of the Esaote MyLab Twice ultrasound system prior to percutaneous targeted biopsy of a ductal adenocarcinoma in the head of the pancreas. Ultrasound imaging reveals a hypoechoic, homogeneous tumor in the pancreatic head. On the perfusion study, the tumor is highlighted in orange, and the target site for biopsy is marked in red, corresponding to the “target” on the color map.



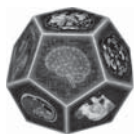
Рис. 6. ндПКТ и УЗИ в режиме fusion при чрескожной таргетной биопсии протоковой аденокарциномы в головке поджелудочной железы. Участок для таргетной биопсии опухоли обозначен красной меткой.

Fig. 6. CE-EUS and fusion ultrasound during percutaneous targeted biopsy of ductal adenocarcinoma in the pancreatic head. The target area for the tumor biopsy is marked in red.

лись автоматическая система многоразового пользования пистолет-игла “Bard Magnum”, специальные иглы диаметром 16–18 G и длиной от 100 до 200 мм. Выбор длины иглы зависит от глубины залегания опухоли. Дистальный конец иглы устанавливается по наружному контуру опухоли в проекции выбранной при ндПКТ “мишени” с расчетом, что игла во время “выстрела” выйдет вглубь заданной траектории на 15 или 20 мм. Выполняется таргетная

биопсия образования под ультразвуковым контролем. Забор материала выполняется при задержке дыхания на вдохе или выдохе в зависимости от ультразвуковой визуализации (рис. 5, 6).

Полученный “столбик” ткани помещается в раствор формалина. Все гистологические исследования биопсийного материала в нашей работе были выполнены в плановом порядке в патологоанатомическом отделении ФГБУ “РНЦРР” Минздрава России.



По окончании биопсии рекомендуется выполнение УЗИ органов брюшной полости для исключения осложнений. Назначается постельный режим, голод и холод на область биопсии на 2–3 ч. Общее время чрескожной таргетной биопсии составляет от 10 до 15 мин. В процессе и после выполнения малоинвазивного хирургического вмешательства ни у одного пациента, вошедшего в наше исследование, осложнений выявлено не было.

В результате проведенного исследования комбинированный подход, включающий в себя ндПКТ и УЗИ в режиме fusion при ЧБ образований поджелудочной железы, позволил установить диагноз у 32 из 34 пациентов при однократном заборе материала в процессе одного малоинвазивного вмешательства. В 2 случаях установка морфологического диагноза потребовала выполнения повторной ЧБ. В 33 случаях из 34 морфологически подтверждена протоковая аденокарцинома различной степени дифференцировки, в 1 случае – коллоидный рак.

Таким образом, комбинированный подход позволяет повысить эффективность малоинвазивного хирургического вмешательства, при котором данные ндПКТ задают координаты в структуре опухоли для выполнения биопсии, а УЗИ позволяет выбрать оптимальный маршрут до целевой точки и в режиме реального времени осуществить контроль за ходом иглы до выбранной “мишени”.

Вклад авторов

Джигкаева М.М. – сбор и обработка информации, написание текста.

Лагкуева И.Д., Рагимов В.А. – правка и редактирование статьи.

Нуднов Н.В., Солодкий В.А. – концепция и дизайн исследования. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Authors' participation

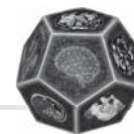
M.M. Dzhigkaeva – data collection and processing, manuscript drafting.

I.D. Lagkueva, V.A. Ragimov – manuscript revision and editing.

N.V. Nudnov, V.A. Solodkiy – study conception and design. All authors confirm that they meet the ICMJE authorship criteria (all authors made substantial contributions to the conception, research and analysis, and manuscript preparation, and read and approved the final version prior to publication).

Список литературы [References]

1. Sung H., Filho A.M., Laversanne M. et al. Global cancer statistics 2024: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 34 cancers in 186 countries. *CA Cancer J. Clin.* 2026; 76 (4): e70090. <https://doi.org/10.3322/caac.70090>
2. Lilly A.C., Astsaturov I., Golemis E.A. Intrapancreatic fat, pancreatitis, and pancreatic cancer. *Cell. Mol. Life Sci.* 2023;80 (8): 206. <https://doi.org/10.1007/s00018-023-04855-z>
3. Cai J., Chen H., Lu M. et al. Advances in the epidemiology of pancreatic cancer: Trends, risk factors, screening, and prognosis. *Cancer Lett.* 2021; 520: 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2021.06.027>
4. May M.S., Park W., O'Reilly E.M. Treating Pancreatic Ductal Adenocarcinoma: The Targeted Revolution is Here. *Drugs.* 2026; 86 (4): 507–532. <https://doi.org/10.1007/s40265-026-02295-0>
5. Ohtsuka T., Fernandez-Del Castillo C., Furukawa T. et al. International evidence-based Kyoto guidelines for the management of intraductal papillary mucinous neoplasm of the pancreas. *Pancreatology.* 2024; 24 (2): 255–270. <https://doi.org/10.1016/j.pan.2023.12.009>
6. Нуднов Н.В. и др. Нейроэндокринные опухоли желудка и поджелудочной железы: диагностические возможности радиомикки, проблемы и пути их решения. *Digital Diagnostics.* 2024. 5 (4): 712–724. <https://doi.org/10.17816/DD629345>
Nudnov N.V., Shakhvalieva E.S.-A., Karelidze D.G., Borisov A.A., Ivannikov M.E. Neuroendocrine tumors of stomach and pancreas: diagnostic potential of radiomics, issues, and solutions. *Digital Diagnostics.* 2024; 5 (4): 712–724. <https://doi.org/10.17816/DD629345> (In Russian)
7. Perik T.H., van Genugten E.A.J., Aarntzen E.H.J.G. et al. Quantitative CT perfusion imaging in patients with pancreatic cancer: a systematic review. *Abdom. Radiol. (NY).* 2022; 47 (9): 3101–3117. <https://doi.org/10.1007/s00261-021-03190-w>
8. O'Malley R.B., Cox D., Soloff E.V. et al. CT perfusion as a potential biomarker for pancreatic ductal adenocarcinoma during routine staging and restaging. *Abdom. Radiol. (NY).* 2022; 47 (11): 3770–3781. <https://doi.org/10.1007/s00261-022-03638-7>
9. Abe T., Nakamura M., Morizane C. et al. Clinical Practice Guidelines for Pancreatic Cancer 2025 From the Japan Pancreas Society: A Synopsis. *Pancreas.* 2026; 55 (1): e120–e133. <https://doi.org/10.1097/MPA.0000000000002600>
10. Bryant J.M., Ruffolo L., Soares K. et al. Evolving concepts in adjuvant/neoadjuvant therapy for resectable pancreas cancer. *J. Clin. Invest.* 2025; 135 (14): e191944. <https://doi.org/10.1172/JCI191944>



Для корреспонденции*: Джигкаева Марина Михайловна – dzhigkaeva.mm@mail.ru

Джигкаева Марина Михайловна – врач-рентгенолог отделения рентгеновской диагностики с кабинетами рентгеновской и магнитно-резонансной компьютерной томографии ФГБУ “Российский научный центр рентгенорадиологии” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-0731-921X>

Лагкуева Ирина Джабраиловна – канд. мед. наук, заведующая отделением рентгеновской диагностики с кабинетами рентгеновской и магнитно-резонансной компьютерной томографии ФГБУ “Российский научный центр рентгенорадиологии” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-9732-7170>

Рагимов Вадим Абдурагимович – канд. мед. наук, научный сотрудник лаборатории хирургических технологий в онкологии научно-исследовательского отдела хирургии, урологии, гинекологии и инвазивных технологий в онкологии ФГБУ “Российский научный центр рентгенорадиологии” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-5002-3521>

Нуднов Николай Васильевич – доктор мед. наук, профессор, заместитель директора по научной работе ФГБУ “Российский научный центр рентгенорадиологии” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-5994-0468>

Солодкий Владимир Алексеевич – академик РАН, доктор мед. наук, профессор, заслуженный врач РФ, директор ФГБУ “Российский научный центр рентгенорадиологии” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-1641-6452>

Contact*: Marina M. Dzhigkaeva – dzhigkaeva.mm@mail.ru

Marina M. Dzhigkaeva – Radiologist, Department of X-Ray Diagnostics with X-Ray and Magnetic Resonance Computed Tomography Rooms, Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-0731-921X>

Irina D. Lagkueva – Cand. of Sci. (Med.), Head of Department of X-Ray Diagnostics with X-Ray and Magnetic Resonance Computed Tomography Rooms, Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-9732-7170>

Vadim A. Ragimov – Cand. of Sci. (Med.), Laboratory of Surgical Technologies in Oncology, Research Department of Surgery, Urology, Gynecology and Invasive Technologies in Oncology, Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-5002-3521>

Nikolay V. Nudnov – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Deputy Director for Scientific Work, Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-5994-0468>

Vladimir A. Solodkiy – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Honored Doctor of the Russian Federation, Director of the Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-1641-6452>