

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1524>

Сложности оценки местной распространенности рака поджелудочной железы с помощью компьютерной томографии после проведения неoadъювантного химиотерапевтического лечения (серия клинических наблюдений и обзор)

© Жарикова А.В.^{1, 2*}, Борискина К.П.¹, Кондратьев Е.В.²,
Сидоров Д.В.¹, Нечаев В.А.¹

¹ ГБУЗ города Москвы "Городская клиническая больница им. С.С. Юдина" ДЗ города Москвы; 115446 Москва, Коломенский проезд, д. 4, Российская Федерация

² ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневского" Минздрава России; 117997 Москва, ул. Большая Серпуховская, д. 27, Российская Федерация

Цель исследования: продемонстрировать сложности оценки местной распространенности протоковой аденокарциномы поджелудочной железы с помощью компьютерной томографии после проведения неoadъювантного химиотерапевтического лечения на примере серии клинических наблюдений.

Материал и методы. Проведен поиск научных публикаций и клинических рекомендаций в информационно-аналитической системе PubMed с использованием ключевых слов "pancreatic ductal adenocarcinoma", "resectable and borderline resectable", "locally advanced cancer", "neoadjuvant therapy response", "post-chemotherapy computed tomography", "radiomics" за последние 10 лет.

Результаты. Из найденных 30 источников для обзора отобрано 23.

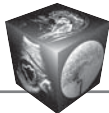
Заключение. Компьютерная томография остается основным методом оценки местной распространенности протоковой аденокарциномы поджелудочной железы, однако в ряде случаев не позволяет дифференцировать опухолевые, фиброзные и воспалительные изменения после неoadъювантного химиотерапевтического лечения.

Ключевые слова: протоковая аденокарцинома поджелудочной железы; резектабельная и погранично-резектабельная опухоль; местнораспространенная опухоль; оценка ответа на неoadъювантную химиотерапию; компьютерная томография после химиотерапии; радиомика

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Жарикова А.В., Борискина К.П., Кондратьев Е.В., Сидоров Д.В., Нечаев В.А. Сложности оценки местной распространенности рака поджелудочной железы с помощью компьютерной томографии после проведения неoadъювантного химиотерапевтического лечения (серия клинических наблюдений и обзор). *Медицинская визуализация*. 2025; 29 (2): 51–59. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1524>

Поступила в редакцию: 18.01.2025. **Принята к печати:** 05.03.2025. **Опубликована online:** 18.04.2025.



Difficulties in assessing the local prevalence of pancreatic ductal adenocarcinoma using computed tomography after neoadjuvant chemotherapeutic treatment

© Alexandra V. Zharikova^{1, 2*}, Kseniya P. Boriskina¹, Evgeny V. Kondratyev², Dmitry V. Sidorov¹, Valentin A. Nechaev¹

¹ Yudin Moscow State Clinical Hospital; 4, Kolomenskiy proezd, Moscow 115446, Russian Federation

² A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 27, Bol'shaya Serpukhovskaya str., Moscow 117997, Russian Federation

Aim: to demonstrate the difficulties of assessing the local prevalence of pancreatic ductal adenocarcinoma using computed tomography (CT) after neoadjuvant chemotherapeutic treatment using the example of a series of clinical observations.

Materials and methods. A search was conducted for scientific publications and clinical recommendations in the PubMed information and analytical system using the keywords “pancreatic ductal adenocarcinoma”, “resectable and borderline resectable”, “locally advanced cancer”, “neoadjuvant therapy response”, “post-chemotherapy computed tomography”, “radiomics” over the past 10 years.

Results. From 30 sources found, 23 were selected for review.

Conclusion. Computed tomography remains the main method of assessing the local prevalence of ductal adenocarcinoma of the pancreas, however, in some cases it does not allow differentiating tumor, fibrous and inflammatory changes after neoadjuvant chemotherapeutic treatment.

Keywords: pancreatic ductal adenocarcinoma; resectable and borderline resectable tumor; locally advanced tumor; assessment of response to neoadjuvant chemotherapy; post-chemotherapy computed tomography; radiomics

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

For citation: Zharikova A.V., Boriskina K.P., Kondratyev E.V., Sidorov D.V., Nechaev V.A. Difficulties in assessing the local prevalence of pancreatic ductal adenocarcinoma using computed tomography after neoadjuvant chemotherapeutic treatment. *Medical Visualization*. 2025; 29 (2): 51–59. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1524>

Received: 18.01.2025.

Accepted for publication: 05.03.2025.

Published online: 18.04.2025.

Введение

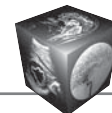
Рак поджелудочной железы (РПЖ) – одно из самых смертоносных злокачественных новообразований с пятилетней относительной выживаемостью 8% [1]. По морфологическому строению большую часть из них составляют протоковые аденокарциномы (ПАКПЖ) – до 85%, возникающие в экзокринных клетках поджелудочной железы и локализующиеся преимущественно в головке и крючковидном отростке органа. Одной из характерных особенностей ПАКПЖ является инфильтративный рост с инвазией окружающих анатомических структур [1].

При локализации РПЖ в головке, крючковидном отростке клинические проявления в виде желтухи, светлого стула манифестируют раньше, в отличие от опухоли хвоста. Это связано с более

быстрым распространением опухоли на главный панкреатический проток или за пределы паренхимы поджелудочной железы [1]. Особенности течения заболевания создают трудности для ранней диагностики опухоли и усложняют проведение основного радикального способа лечения – хирургического [1–3].

Согласно статистике, только 10–20% всех пациентов с ПАКПЖ могут быть оперированы на момент постановки диагноза, а большинству пациентов на первом этапе лечения требуется проведение неoadъювантной химиотерапии (НАХТ) с последующей оценкой ее эффективности [4, 5].

В последнее время активно обсуждается целесообразность проведения предоперационной химиотерапии у пациентов не только с погранично-резектабельной и местнораспространенной,



но и резектабельной протоковой аденокарциномой. Данная стратегия поможет сделать хирургическое вмешательство, а именно панкреатодуоденальную резекцию (ПДР) или дистальную резекцию, максимально эффективным по нескольким параметрам [4, 5]:

1) достичь R0 края резекции, который подразумевает полную резекцию первичной опухоли и регионарных лимфатических узлов,

2) минимизировать риск локорегионарного рецидива,

3) улучшить общую выживаемость.

Своевременная и качественная оценка ответа протоковой аденокарциномы поджелудочной железы на НАХТ имеет большое значение для достижения R0 края резекции и продления общей выживаемости [6].

Компьютерная томография (КТ) является стандартным методом диагностики РПЖ, который позволяет определить локализацию и взаимоотношение образования с основными сосудистыми структурами забрюшинного пространства (верхняя брыжеечная артерия – ВБА, чревный ствол – ЧС, общая печеночная артерия – ОПА, воротная вена – ВВ, верхняя брыжеечная вена – ВБВ и нижняя полая вена – НПВ), наличие отдаленных метастазов, а также используется для оценки ответа на проводимое лечение опухоли. При отсутствии отдаленных метастазов именно степень вовлечения магистральных сосудов будет играть ключевую роль в выборе тактики ведения пациента [5, 7].

КТ со своими преимуществами – это ценный инструмент в первичной диагностике опухоли, но после НАХТ можно столкнуться со сложностями в рестадировании опухоли, связанными с невозможностью дифференцировать опухолевую ткань от фиброзных/воспалительных изменений.

Цель исследования: продемонстрировать сложности оценки местной распространенности протоковой аденокарциномы поджелудочной железы с помощью КТ после проведения неoadъювантного химиотерапевтического лечения на примере серии клинических наблюдений.

Материал и методы

Проведен поиск научных публикаций и клинических рекомендаций в информационно-аналитической системе PubMed с использованием ключевых слов “pancreatic ductal adenocarcinoma”, “resectable and borderline resectable”, “locally advanced cancer”, “neoadjuvant therapy response”, “post-chemotherapy computed tomography”, “radiomics” за последние 10 лет.

Результаты исследования

Из найденных 30 источников для обзора отобрано 23.

Принципы резектабельности ПАКПЖ во многом определяются особенностями сосудистой анатомии данной области и степенью вовлеченности крупных сосудов в опухолевый процесс. Оснащенность лечебного учреждения, опыт хирургической бригады, возможности современной химиотерапии определяют выбор объема хирургического лечения ПАКПЖ.

Наибольшую сложность представляет группа погранично-резектабельных и местнораспространенных опухолевых процессов, получивших НАХТ в плане комбинированного плана лечения. В качестве иллюстрации приводим несколько клинических примеров, отражающих сложности интерпретации полученных КТ-изображений в сопоставлении с данными интраоперационной ревизии, объемом выполненной операции и результатами морфологического исследования.

Клиническое наблюдение 1

Пациент К., 66 лет, поступил с клинической картиной механической желтухи, что потребовало выполнения внутреннего стентирования наружных желчных протоков. По данным комплексного обследования диагностирована протоковая аденокарцинома головки поджелудочной железы. При КТ органов брюшной полости в области головки поджелудочной железы определялись опухолевое образование размерами 42 × 41 мм, вовлекающее общую печеночную артерию (ОПА) < 180°, деформация воротной вены (ВВ) с сужением просвета на уровне конfluence с селезеночной веной (СВ) (рис. 1а, б). Было проведено 12 курсов ПХТ по схеме FOLFIRINOX. При контрольном обследовании отмечено снижение уровня СА 19-9 с 1200 до 70 ед/мл. При контрольной КТ органов брюшной полости отмечена стабилизация опухолевого процесса со стороны первичного очага размерами 46 × 41 мм, но увеличение уровня вовлечения ОПА до 360° (рис. 1в). При этом отмечена вариантная анатомия сосудов целиако-мезентерильного бассейна: ОПА отходит от верхней брыжеечной артерии (ВБА). На междисциплинарном консилиуме было принято решение о хирургическом лечении. Пациенту была выполнена тотальная панкреатэктомия с резекцией и протезированием портomesентериального сегмента, резекция ЧС, резекция и протезирование общей печеночной артерии (рис. 1г).

При плановом морфологическом исследовании был отмечен терапевтический патоморфоз TRG2 по Mandard. Опухоль не врастала в стенку двенадцатиперстной кишки, а также элементы ЧС – урТ3N0M0Pn1L0V0R0.

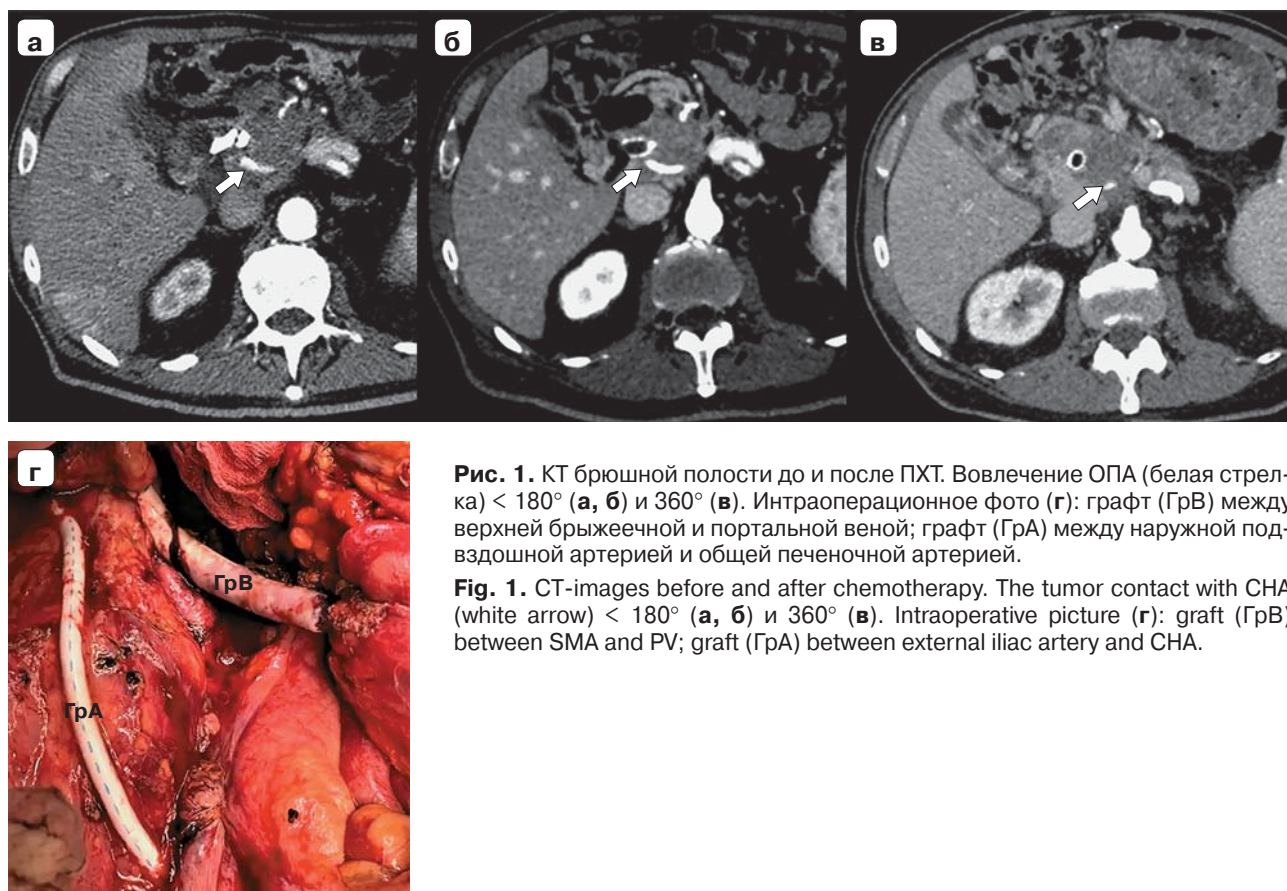
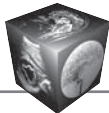


Рис. 1. КТ брюшной полости до и после ПХТ. Вовлечение ОПА (белая стрелка) $< 180^\circ$ (а, б) и 360° (в). Интраоперационное фото (г): графт (ГрВ) между верхней брыжеечной и портальной веной; графт (ГрА) между наружной подвздошной артерией и общей печеночной артерией.

Fig. 1. CT-images before and after chemotherapy. The tumor contact with CHA (white arrow) $< 180^\circ$ (a, б) и 360° (в). Intraoperative picture (г): graft (ГрВ) between SMA and PV; graft (ГрА) between external iliac artery and CHA.

Клиническое наблюдение 2

Пациентка Р., 50 лет, в связи с явлениями механической желтухи по месту жительства была сформирована холангиостома. По данным комплексного обследования диагностирована протоковая аденокарцинома головки поджелудочной железы. При КТ брюшной полости с контрастированием отмечено вовлечение в опухолевый процесс ВБА 360° и ВБВ $> 180^\circ$ (рис. 2а). После проведения 7 курсов ПХТ по схеме FOLFIRINOX была выполнена контрольная КТ, отмечена стабилизация процесса с уменьшением размеров первичного очага до 21×20 мм, сохранение контакта с ВБА 360° с некоторым уменьшением плотности окружающих тканей и уменьшение деформации ВБВ (рис. 2б). Выявлена вариантная анатомия сосудов ЦМБ: бифуркация ЧС на СА и ЛЖА, ОПА отходит отдельным стволом от аорты, в устье отхождения ЧС. ППА отходит от ВБА.

Согласно решению междисциплинарного консилиума, пациентке была выполнена пилоросохраняющая ПДР. Несмотря на сложности мобилизации, обусловленные выраженными фиброзными изменениями окружающих тканей, признаков истинного врастания опухоли в сосудистые структуры не было обнаружено (рис. 2в).

Морфологическая картина протоковой аденокарциномы головки поджелудочной железы с выраженным

фиброзом и регрессом опухоли (TRG2 по Mandard). Опухоль стадирована как ypT1b ypN0R0.

Клиническое наблюдение 3

Пациентка Т., 72 года, по месту жительства в связи с явлениями механической желтухи был сформирован гепатикозентероанастомоз. Для дальнейшего лечения направлена в онкологический центр № 1 ГКБ им. С.С. Юдина ДЗМ. По данным обследования картина опухолевого поражения головки поджелудочной железы с вовлечением сосудистых структур. При КТ брюшной полости с внутривенным контрастированием признаки вовлеченности портomesентериального сегмента 360° , вовлечение ВБА $< 180^\circ$ (рис. 3а). Процесс признан «погранично-резектабельным». Было проведено 4 курса периперационной химиотерапии по схеме FOLFIRINOX, лечение прервано в связи с явлениями выраженной токсичности.

При контрольной КТ брюшной полости с контрастированием: уменьшение размеров первичного опухолевого образования до 32×23 мм с уменьшением крааникаудального контакта с ВВ и ВБВ и сохранением контакта по окружности 360° (рис. 3б).

Была выполнена гастропанкреатодуоденальная резекция. При ревизии органов брюшной полости вы-

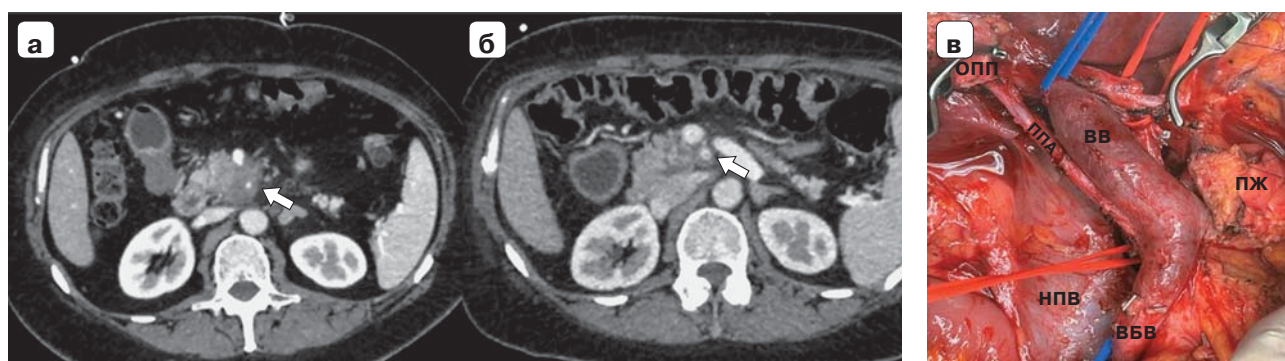
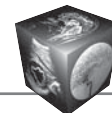


Рис. 2. КТ брюшной полости до и после ПХТ: признаки сужения ВБА (белая стрелка) и контактом 360° (а); уменьшение размеров образования с расширением просвета ВБА (белая стрелка) и сохранением контакта 360° (б); интраоперационное фото (в) после удаления опухоли. ВВ – воротная вена, ВБВ – верхняя брыжеечная вена, НПВ – нижняя полая вена, ППА – правая печеночная артерия, ПЖ – поджелудочная железа, ОПП – общий печеночный проток, ВБА – на красных держалках.

Fig. 2. CT-images before and after chemotherapy: SMA narrowing (white arrow) and contact with tumor 360° (a); the tumor shrinkage with the dilation of SMA (white arrow), contact 360° (b); intraoperative picture (v) after tumor removing. ВВ – portal vein, ВБВ – superior mesenteric artery, НПВ – inferior vena cava, ППА – right hepatic artery, ПЖ – pancreas, ОПП – the main pancreatic duct, SMA – on red ligatures.

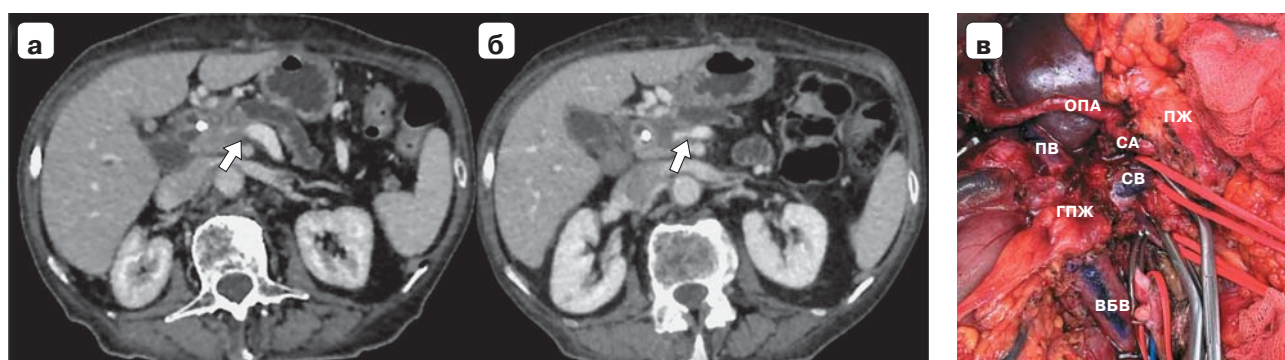


Рис. 3. КТ брюшной полости до и после ПХТ. а – образование головки поджелудочной железы с муфтообразным охватыванием и деформацией воротной вены (белая стрелка); б – уменьшение размеров образования с расширением просвета воротной вены и сохранением контакта опухоли с сосудом на 360°; в – интраоперационное фото: ПВ – портальная вена, ВБВ – верхняя брыжеечная вена, ОПА – общая печеночная артерия, СА – селезеночная артерия, СВ – селезеночная вена; ПЖ – поджелудочная железа, ГПЖ – опухоль в головке поджелудочной железы.

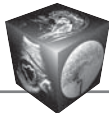
Fig. 3. CT-images before and after chemotherapy. а – pancreatic tumor with 360° contact with PV and its contour irregularity (white arrow); б – tumor shrinkage with the dilation of PV, contact 360°; в – intraoperative picture: ПВ – portal vein, ВБВ – superior mesenteric artery, ОПА – common hepatic artery, СА – splenic artery; СВ – splenic vein; ПЖ – pancreas, ГПЖ – the tumor in the head of the pancreas.

явлена выраженная опухолевая инфильтрация порто-мезентериального сегмента, что потребовало резекции и пластики последнего (рис. 3в). Селезеночная вена дополнительно была анастомозирована с ВБВ.

Микроскопическое исследование удаленного препарата подтвердило наличие протоковой аденокарциномы с терапевтическим патоморфозом (TRG4 по шкале Mandard). Наличие истинной инвазии в стенку двенадцатиперстной кишки без достоверного врастания в стенку кровеносных сосудов. Опухоль стадирована как ypT2N1M0R0.

Обсуждение

При планировании основного радикального способа лечения РПЖ (хирургического) на диагностическом этапе для определения распространенности опухоли и объема оперативного вмешательства проводится оценка взаимоотношения ПАКПЖ с магистральными сосудами забрюшинного пространства, такими как чревный ствол, верхняя брыжеечная артерия, общая печеночная артерия, воротная вена, верхняя брыжеечная и нижняя полая вены [8].



Стоит отметить, что существуют термины, характеризующие взаимосвязь опухоли и сосуда [8]:

- контакт: изменение периваскулярной клетчатки $<180^\circ$ окружности сосуда,
- вовлечение: изменение периваскулярной клетчатки $>180^\circ$ окружности сосуда (для венозных сосудов сочетание контакта сосуда $<180^\circ$ с деформацией просвета или тромбом считается вовлечением),
- деформация просвета.

В зависимости от степени вовлечения артериальных и венозных сосудов выделяют 3 группы опухолей [8–10]:

1) резектабельная – отсутствие контакта и вовлечения ЧС, ВБА, ОПА; отсутствие или наличие контакта $<180^\circ$ ВВ/ВБВ, отдаленного метастазирования нет;

2) погранично-резектабельная – контакт $\leq 180^\circ$ с ЧС/ВБА, контакт или вовлечение ОПА с возможностью реконструкции и/или вовлечение ВВ/ВБВ (контакт $>180^\circ$ окружности вены с наличием возможности реконструкции), отдаленного метастазирования нет;

3) местнораспространенный процесс – вовлечение $>180^\circ$ ЧС (при локализации опухоли в головке/крючковидном отростке)/ВБА, отдаленного метастазирования нет.

Вопрос о целесообразности проведения оперативного лечения рассматривается в индивидуальном порядке. В представленных клинических наблюдениях на момент операции образования соответствовали критериям нерезектабельных согласно клиническим рекомендациям NCCN (2024) [11]. У двух из трех пациентов на противоопухолевой лекарственной терапии была отмечена стабилизация опухолевого процесса согласно критериям RECIST1.1. Один из пациентов был взят на операцию на фоне отрицательной динамики по размерам образования (после изначального достижения ответа и перерыва в терапии). Во всех случаях решение об оперативном лечении было принято на междисциплинарном консилиуме с учетом возможности протезирования и реконструкции сосудов.

Среди традиционных методов визуализации в повседневной клинической практике наиболее востребована КТ с контрастным усилением, которая имеет ряд преимуществ и недостатков. Среди преимуществ можно выделить: высокое пространственное разрешение, позволяющее оценить опухоль и сосуды на мультипланарных реконструкциях, доступность метода и быстрота выполнения, обнаружение отдаленных метастазов на уровне сканирования. Однако качество исследования может быть снижено за счет артефактов в зоне

интереса после ранее выполненного билиарного стентирования и возможных воспалительных изменений после эндоскопической ретроградной холангиопанкреатографии [4].

Несмотря на преимущества КТ с контрастным усилением, согласно исследованиям М.Н. Katz и соавт. в 2012 г. [12] и С.Р. Ferrone и соавт. в 2015 г. [13] КТ, а также используемые критерии RECIST1.1 не подходят для оценки резектабельности опухоли после неоадьювантной химиотерапии (FOLFIRINOX).

На фоне интенсивной десмопластической реакции первичной опухоли на компьютерной томограмме специалисты в зависимости от опыта визуализации могут по-разному оценивать одни и те же изменения, в связи с этим возможны расхождения в оценке ответа на лечение. Например, фиброзные изменения могут имитировать остаточную опухоль, а участки некроза расценены как уменьшение размеров опухоли. После лечения структура опухоли часто становится неоднородной за счет сочетания зон некроза/фиброза, на фоне чего увеличивается шанс пропустить участок жизнеспособной опухоли [14].

Используемые для оценки ответа на НАХТ критерии RECIST1.1, при минимальном изменении которых говорят о вероятном ответе опухоли, имеют ограничения и не обладают высокой точностью [15, 16]:

1) частичное уменьшение протяженности контакта опухоли с сосудами (измерения протяженности контакта субъективны);

2) изменение плотности образования (вариация плотности образования не является информативной в отношении ответа на НАХТ);

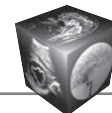
3) уплотнение периваскулярной клетчатки;

4) уменьшение размеров образования (не каждое образование может уменьшиться в размере на фоне НАХТ и отсутствие уменьшения образования нельзя расценивать как отсутствие ответа на НАХТ);

5) то учитывать показатели СА19-9 <200 ЕД/мл.

Другие методы визуализации, такие как магнитно-резонансная томография с диффузионно-взвешенными изображениями (МРТ с ДВИ), перфузионная КТ, ПЭТ/КТ, также имеют неоднозначные возможности в интерпретации изменений структуры опухоли в ответ на проводимое лечение [6].

Согласно проведенным исследованиям, изменение сигнальных характеристик ПАПЖ при МРТ на ДВИ и ИКД, перфузионные показатели патологического процесса при КТ и метаболической активности при ПЭТ продемонстрировали про-



тиворечивые результаты и значимо не превосходят КТ с контрастированием в оценке ответа опухоли на проведенное лекарственное лечение [5, 16, 17].

Во всех представленных нами клинических наблюдениях по данным КТ отмечался значимый контакт опухолевого процесса с крупными мезентериальными сосудами. Однако по данным постоперационного гистологического исследования истинной инвазии опухоли в стенку сосудов выявлено не было, что продемонстрировало явные ограничения КТ в оценке местной распространенности ПАКПЖ после проведенного неоадьювантного химиотерапевтического лечения. Вероятно, периваскулярное распространение инфильтрата, визуализируемого при КТ и расцененного как опухолевый рост, соответствовало фиброзным изменениям как проявление ответа опухоли на проведенную лекарственную терапию.

Для повышения качества диагностического этапа требуется поиск новых подходов для оценки эффективности проводимого лечения. Одним из перспективных направлений в обработке, анализе и интерпретации лучевых исследований является такое направление, как радиомика. С помощью данного метода из зоны интереса (опухоли, перитуморальной ткани, периваскулярной ткани) вычисляются радиомические характеристики, которые потенциально можно использовать для оценки раннего ответа на лечение [18, 19].

В зависимости от корреляции текстурных показателей до и после лечения рентгенологу будет проще принять решение о динамике опухолевого процесса, что, в свою очередь, поможет подобрать подходящую тактику лечения (подготовка к хирургическому вмешательству или продолжение медикаментозного лечения). Проведено небольшое количество исследований, посвященных оценке ответа опухоли поджелудочной железы на НАХТ и химиолучевую терапию при помощи радиомических моделей, по результатам которых авторы выявили параметры текстурных характеристик, которые потенциально могут быть использованы для ранней оценки ответа на лечение и коррекции терапии [20–22]. Представляет интерес применение комбинированных моделей радиомики и глубокого машинного обучения для анализа большого количества признаков и выявления связей между ними [23].

Заключение

Компьютерная томография остается основным методом оценки местной распространенности протоковой аденокарциномы поджелудочной

железы, однако в ряде случаев не позволяет дифференцировать опухолевые, фиброзные и воспалительные изменения после НАХТ. Для повышения качества диагностического этапа и адекватного планирования лечения требуется поиск новых подходов для оценки эффективности проводимого лечения.

Участие авторов

Жарикова А.В. – обзор публикаций по теме статьи, написание текста, подготовка и создание опубликованной работы.

Борискина К.П. – обзор публикаций по теме статьи, написание текста, участие в научном дизайне.

Кондратьев Е.В. – обзор публикаций по теме статьи, подготовка и редактирование текста.

Сидоров Д.В. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, подготовка и редактирование текста.

Нечаев В.А. – подготовка и редактирование текста, ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Authors' participation

Zharikova A.V. – review of publications, writing text, preparation and creation of the published work.

Boriskina K.P. – review of publications, writing text, participation in scientific design.

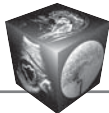
Kondratyev E.V. – review of publications, text preparation and editing.

Sidorov D.V. – concept and design of the study, collection and analysis of data, text preparation and editing.

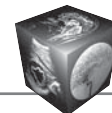
Nechaev V.A. – text preparation and editing, responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

Список литературы [References]

1. Saad A.M., Turk T., Al-Husseini M.J., Abdel-Rahman O. Trends in pancreatic adenocarcinoma incidence and mortality in the United States in the last four decades; a SEER-based study. *BMC Cancer*. 2018; 18 (1): 688. <http://doi.org/10.1186/s12885-018-4610-4>
2. Егоров В.И., Петров Р.В., Амосова Е.Л., Харазов А.Ф., Петров К.С., Журина Ю.А., Кондратьев Е.В., Зельтер П.М., Дзигасов С.О., Григорьевский М.В. Дистальная резекция поджелудочной железы с резекцией чревного ствола вместе с правой или левой печеночной артерией без артериальной реконструкции (расширенная DP-CAR). *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2021; 10: 13 28. <https://doi.org/10.17116/hirurgia202110113>
Egorov V.I., Petrov R.V., Amosova E.L. et al. Distal pancreatectomy with resection of the celiac trunk, right or left hepatic artery without arterial reconstruction (extended DP-CAR). *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2021; 10: 13 28. <https://doi.org/10.17116/hirurgia202110113> (In Russian)
3. Tamm E.P., Bhosale P.R., Vikram R. et al. Imaging of pancreatic ductal adenocarcinoma: State of the art.



- Wild J. *Radiol.* 2013; 5 (3): 98–105.
<https://doi.org/10.4329/wjr.v5.i3.98>
4. Khasawneh H., Ferreira Dalla Pria H.R., Miranda J. et al. CT Imaging Assessment of Pancreatic Adenocarcinoma Resectability after Neoadjuvant Therapy: Current Status and Perspective on the Use of Radiomics. *J. Clin. Med.* 2023; 12 (21): 6821.
<https://doi.org/10.3390/jcm12216821>
 5. Soloff E.V., Al-Hawary M.M., Desser T.S. et al. Imaging Assessment of Pancreatic Cancer Resectability After Neoadjuvant Therapy: AJR Expert Panel Narrative Review. *Am. J. Roentgenol.* 2022; 218 (4): 570–581.
<https://doi.org/10.2214/AJR.21.26931>
 6. Zhang Y., Huang Z.X., Song B. Role of imaging in evaluating the response after neoadjuvant treatment for pancreatic ductal adenocarcinoma. *Wild J. Gastroenterol.* 2021; 27 (22): 3037–3049. <https://doi.org/10.3748/wjg.v27.i22.3037>
 7. Egorov V., Kim P., Dzigasov S. et al. Pancreatectomy with En Bloc Superior Mesenteric Vein and All Its Tributaries Resection without PV/SMV Reconstruction for “Low” Locally Advanced Pancreatic Head Cancer. *Cancers (Basel)*. 2024; 16 (12): 2234.
<https://doi.org/10.3390/cancers16122234>
 8. Buchs N.C., Chilcott M., Poletti P.-A. et al. Vascular invasion in pancreatic cancer: Imaging modalities, preoperative diagnosis and surgical management. *Wild J. Gastroenterol.* 2010; 16 (7): 818–831.
<https://doi.org/10.3748/wjg.v16.i7.818>
 9. Al-Hawary M.M., Francis I.R., Chari S.T. et al. Pancreatic ductal adenocarcinoma radiology reporting template: consensus statement of the Society of Abdominal Radiology and the American Pancreatic Association. *Radiology.* 2014; 270 (1): 248–260.
<https://doi.org/10.1148/radiol.13131184>
 10. Жарикова А.В., Кондратьев Е.В., Тихонова В.С., Груздев И.С., Ростовцев М.В., Марков П.В., Стручков В.Ю., Кармазановский Г.Г. Влияние современных технологий компьютерной и магнитно-резонансной томографии на дооперационное стадирование рака поджелудочной железы. *Медицинская визуализация.* 2024; 28 (2): 118–133.
<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1452>
 - Zharikova A.V., Kondratyev E.V., Tikhonova V.S. et al. The influence of modern computer and magnetic resonance imaging technologies on the preoperative staging of pancreatic cancer. *Medical Visualization.* 2024; 28 (2): 118–133. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1452> (In Russian)
 11. NCCN 2024, <https://www.nccn.org>
 12. Katz M.H., Fleming J.B., Bhosale P. et al. Response of borderline resectable pancreatic cancer to neoadjuvant therapy is not reflected by radiographic indicators. *Cancer.* 2012; 118 (23): 5749–5756.
<https://doi.org/10.1002/cncr.27636>
 13. Ferrone C.R., Marchegiani G., Hong T.S. et al. Radiological and surgical implications of neoadjuvant treatment with FOLFIRINOX for locally advanced and borderline resectable pancreatic cancer. *Ann. Surg.* 2015; 261: 12–17.
<https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000000867>
 14. Wang Z.J., Arif-Tiwari H., Zaheer A. et al. Therapeutic response assessment in pancreatic ductal adenocarcinoma: society of abdominal radiology review paper on the role of morphological and functional imaging techniques. *Abdom. Radiol (NY)*. 2020; 45 (12): 4273–4289. <https://doi.org/10.1007/s00261-020-02723-z>
 15. Zins M., Matos C., Cassinotto C. Pancreatic Adenocarcinoma Staging in the Era of Preoperative Chemotherapy and Radiation Therapy. *Radiology.* 2018; 287 (2): 374–390.
<https://doi.org/10.1148/radiol.2018171670>
 16. Zimmermann C., Distler M., Jentsch C. et al. Evaluation of response using FDG-PET/CT and diffusion weighted MRI after radiochemotherapy of pancreatic cancer: a non-randomized, monocentric phase II clinical trial-PaCa-DD-041 (Eudra-CT 2009-011968-11). *Strahlenther Onkol.* 2021; 197 (1): 19–26.
<https://doi.org/10.1007/s00066-020-01654-4>
 17. 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>
 18. Кармазановский Г.Г., Кондратьев Е.В., Груздев И.С., Тихонова В.С., Шантаревич М.Ю., Замятина К.А., Сташків В.И., Ревішвили А.Ш. Современная лучевая диагностика и интеллектуальные персонализированные технологии в гепатопанкреатологии. *Вестник Российской академии медицинских наук.* 2022; 77 (4): 245–253. <https://doi.org/10.15690/vramn2053>
 - Karmazanovsky G.G., Kondratyev E.V., Gruzdev I.S. et al. Modern Radiation Diagnostics and Intelligent Personalized Technologies in Hepatopancreatology. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences.* 2022; 77 (4): 245–253. <https://doi.org/10.15690/vramn2053> (In Russian)
 19. Tikhonova V.S., Karmazanovsky G.G., Kondratyev E.V. et al. Radiomics model-based algorithm for preoperative prediction of pancreatic ductal adenocarcinoma grade. *Eur. Radiol.* 2023; 33 (2): 1152–1161.
<https://doi.org/10.1007/s00330-022-09046-1>
 20. Ciaravino V., Cardobi N., De Robertis R. et al. CT Texture Analysis of Ductal Adenocarcinoma Downstaged After Chemotherapy. *Anticancer Res.* 2018; 38 (8): 4889–4895.
<https://doi.org/10.21873/anticancer.12803>
 21. Chen X., Oshima K., Schott D. et al. Assessment of treatment response during chemoradiation therapy for pancreatic cancer based on quantitative radiomic analysis of daily CTs: An exploratory study. *PLoS One.* 2017; 12 (6): e0178961.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178961>
 22. Kim B.R., Kim J.H., Ahn S.J. et al. CT prediction of resectability and prognosis in patients with pancreatic ductal adenocarcinoma after neoadjuvant treatment using image findings and texture analysis. *Eur. Radiol.* 2019; 29 (1): 362–372. <https://doi.org/10.1007/s00330-018-5574-0>
 23. Замятина К.А., Жарикова А.В., Кондратьев Е.В., Усталов А.А., Староверов Н.Е., Нефедьев Н.А., Гожева А.Р., Шмелева С.А., Кармазановский Г.Г. Оценка диагностической ценности глубокого машинного обучения для автоматизированной сегментации паренхимы поджелудочной железы и ее гипо- и гипervаскулярных образований по КТ-изображениям с помощью U-net нейросети. *Медицинская визуализация.* 2024; 28 (3): 12–21. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1483>
 - Zamyatina K.A., Zharikova A.V., Kondratyev E.V. et al. Deep Machine Learning for Automatic Segmentation of the Pancreatic Parenchyma and its hypo- and hypervascular lesions on CT Images. *Medical Visualization.* 2024; 28 (3): 12–21. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1483> (In Russian)



Для корреспонденции*: Жарикова Александра Витальевна – e-mail: zha-vit@yandex.ru

Жарикова Александра Витальевна – врач-рентгенолог ГБУЗ города Москвы “Городская клиническая больница им. С.С. Юдина” ДЗ города Москвы; соискатель ФГБУ “НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-8117-6670>. E-mail: zha-vit@yandex.ru

Борискина Ксения Петровна – врач-рентгенолог ГБУЗ города Москвы “Городская клиническая больница им. С.С. Юдина” ДЗ города Москвы, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-1950-2188>

Кондратьев Евгений Валерьевич – канд. мед. наук, заведующий отдела лучевых методов диагностики и лечения ФГБУ “НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-7070-3391>. E-mail: evgenykondratiev@gmail.com

Сидоров Дмитрий Владимирович – доктор мед. наук, заведующий онкологическим отделением №7, врач-онколог ГБУЗ города Москвы “Городская клиническая больница им. С.С. Юдина” ДЗ города Москвы, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-8282-9351>

Нечаев Валентин Александрович – канд. мед. наук, заведующий центром комплексной диагностики, врач-рентгенолог ГБУЗ города Москвы “Городская клиническая больница им. С.С. Юдина” ДЗ города Москвы, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-6716-5593>

Contact*: Alexandra V. Zharikova – e-mail: zha-vit@yandex.ru

Alexandra V. Zharikova – radiologist, Yudin Moscow State Clinical Hospital; applicant, A.V. Vishnevsky National Medical Research Centre of Surgery, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-8117-6670>. E-mail: zha-vit@yandex.ru

Kseniya P. Boriskina – radiologist, Yudin Moscow State Clinical Hospital; applicant, A.V. Vishnevsky National Medical Research Centre of Surgery, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-1950-2188>

Evgeny V. Kondratyev – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Diagnostic Radiology Department at the A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-7070-3391>. E-mail: evgenykondratiev@gmail.com

Dmitry V. Sidorov – Doct. of Sci. (Med.), Head of Oncology Department No. 7, Oncologist, Yudin Moscow State Clinical Hospital; applicant, A.V. Vishnevsky National Medical Research Centre of Surgery, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-8282-9351>

Valentin A. Nechaev – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Center for Comprehensive Diagnostics, Radiologist, Yudin Moscow State Clinical Hospital; applicant, A.V. Vishnevsky National Medical Research Centre of Surgery, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-6716-5593>