

УДК 616.37-089.86-073.584

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2023-14-3-18-26>

РОЛЬ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ В ХИРУРГИИ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ: ОБЗОР

²А. С. Кудашкина^{®*}, ^{1,2}И. Г. Камышанская[®], ¹В. М. Черемисин[®], ²К. В. Павелец[®], ²Д. С. Русанов[®],
²С. А. Калюжный[®]

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

²Городская Мариинская больница, Санкт-Петербург, Россия

ВВЕДЕНИЕ: Хирургические вмешательства на поджелудочной железе отличаются технической сложностью и сопровождаются достаточно большим количеством осложнений, что во многом обусловлено вариантой анатомией поджелудочной железы.

ЦЕЛЬ: Оценить возможности 3D-моделирования при хирургическом лечении заболеваний поджелудочной железы по данным литературы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: Выполнен поиск литературы на русском и английском языках за период с 2017 по 2022 гг. в базах данных Medline/PubMed, РИНЦ/Elibrary, КиберЛенинка, Google Scholar по ключевым словам: поджелудочная железа, хронический панкреатит, рак поджелудочной железы, резекция поджелудочной железы, компьютерная томография, 3D-моделирование, 3D-реконструкция, хирургическое планирование, хирургическое вмешательство, pancreas, chronic pancreatitis, pancreas cancer, pancreatectomy, computed tomography, 3D modeling, 3D reconstruction, surgical planning.

РЕЗУЛЬТАТЫ: В окончательный анализ были включены 49 публикаций, посвященных различным аспектам применения 3D-моделирования в хирургии поджелудочной железы. Показана диагностическая ценность построения трехмерных моделей в оценке резектабельности опухолей поджелудочной железы, выявлении индивидуальных топографо-анатомических особенностей панкреатобилиарной зоны, которые должны учитываться во время операции во избежание интра- и послеоперационных осложнений. Представлены примеры описания на основе 3D-моделирования редких сосудистых аномалий и кист, не визуализированных по данным стандартной компьютерной томографии, у пациентов, которым планируется операция на поджелудочной железе. Обозначена значимость послеоперационного 3D-моделирования поджелудочной железы для оценки адекватности проведенного хирургического вмешательства и раннего выявления возможных осложнений операции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: 3D-моделирование является инновационным и перспективным методом диагностики, который позволяет повысить информативность стандартной компьютерной томографии в хирургии поджелудочной железы. 3D-модели позволяют отобрать пациентов для резекции поджелудочной железы и обосновать оптимальную хирургическую стратегию. В перспективе следует ожидать улучшение результатов хирургического лечения опухолей поджелудочной железы и осложненного панкреатита.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: 3D-моделирование, компьютерная томография, резекция поджелудочной железы, хирургическое планирование

*Для корреспонденции: Кудашкина Александра Сергеевна, e-mail: alkudashkina@gmail.com

Для цитирования: Кудашкина А.С., Камышанская И.Г., Черемисин В.М., Павелец К.В., Русанов Д.С., Калюжный С.А. Роль 3D-моделирования в хирургии поджелудочной железы: обзор // *Лучевая диагностика и терапия*. 2023. Т. 14, № 3. С. 18–26. DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2023-14-3-18-26>.

THE ROLE OF 3D MODELING IN PANCREAS SURGERY: A REVIEW

²Alexandra S. Kudashkina^{®*}, ^{1,2}Irina G. Kamyshanskaya[®], ¹Vladimir M. Cheremisin[®],
²Konstantin V. Pavelets[®], ²Dmitry S. Rusanov[®], ²Sergey A. Kalyuzhny[®]

¹St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

²Mariinsky City Hospital, St. Petersburg, Russia

INTRODUCTION: Surgical interventions on the pancreas are technically complex and are accompanied by a fairly large number of complications, which is largely due to the variant anatomy of the pancreas.

© Авторы, 2023. Издательство ООО «Балтийский медицинский образовательный центр». Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа», в соответствии с лицензией CCBY-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-ShareAlike») / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>

OBJECTIVE: The aim of this paper is to evaluate the possibilities of 3D modeling in the surgical treatment of pancreatic diseases according to the literature.

MATERIALS AND METHODS: Literature searched in Russian and English for the period from 2017 to 2022 in Medline/PubMed, RSCI/Elibrary, CyberLeninka, Google Scholar databases. The search was conducted on the keywords: pancreas, chronic pancreatitis, pancreatic cancer, pancreatic resection, computed tomography, 3-D modeling, 3-D reconstruction, surgical planning, surgical intervention, pancreas, chronic pancreatitis, pancreas cancer, pancreatectomy, computed tomography, 3-D modeling, 3D reconstruction, surgical planning.

RESULTS: 49 publications on various aspects of the use of 3D modeling in pancreatic surgery were included in the final analysis. The diagnostic value of building three-dimensional models in assessing the resectability of pancreatic tumors, identifying individual topographic and anatomical features of the pancreatobiliary zone, which should be taken into account during surgery to avoid intra- and postoperative complications, is shown. Examples of a description based on 3D modeling of rare vascular anomalies and cysts that are not visualized according to standard computed tomography in patients who are scheduled for pancreatic surgery are presented. The importance of postoperative 3D modeling of the pancreas for assessing the adequacy of the surgical intervention and early detection of possible complications of the operation is indicated.

CONCLUSION: 3D modeling is an innovative and promising diagnostic method that allows increasing the information content of standard computed tomography in pancreatic surgery. 3D models make it possible to select patients for pancreatic resection and substantiate the most optimal surgical strategy. In the future, we should expect an improvement in the results of surgical treatment of pancreatic tumors and complicated pancreatitis.

KEYWORDS: 3D-modeling, computed tomography, pancreatectomy, surgical planning

*For correspondence: Kudashkina Alexandra Sergeevna, e-mail: alkudashkina@gmail.com

For citation: Kudashkina A.S., Kamyshanskaya I.G., Cheremisin V.M., Pavelets K.V., Rusanov D.S., Kalyuzhny S.A. The role of 3D modeling in pancreas surgery: a review // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2023. Vol. 14, No. 3. P. 18–26, DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2023-14-3-18-26>.

Введение. Поджелудочная железа (ПЖ) с анатомической точки зрения является очень варибельным органом, размер, форма, положение и сосудистые структуры которого зависят от многих факторов, в том числе, возраста, пола, ожирения, характеристик заболеваний, поражающих орган (сахарного диабета, злокачественных новообразований, панкреатита) [1, 2]. За последние годы тактика хирургического лечения патологии ПЖ изменилась в сторону более агрессивной и радикальной резекции, стали выполняться сложные виды резекций в сочетании с реконструкцией сосудов [3]. Во избежание интра- и послеоперационных осложнений при хирургических вмешательствах в данной области необходимо учитывать вариантную анатомию ПЖ. Автоматическая сегментация ПЖ позволяет повысить точность предоперационной диагностики и эффективность лечения заболеваний эндокринной и экзокринной части органа [4].

Основным методом визуализации ПЖ на сегодняшний день является компьютерная томография (КТ) [5, 6]. Технический прогресс в области инструментальной визуализации внутренних органов привел к возникновению инновационной технологии цветного 3D-моделирования области хирургического вмешательства [7–9]. Метод представляет собой создание с помощью специальных компьютерных программ цветных объемных 3D-моделей органа после его сегментирования на основе данных мультиспиральной КТ с внутривенным болюсным контрастным усилением. Полученная модель представляет собой интегральное отображение всех фаз КТ,

которое можно разворачивать на 360° в любой плоскости в трехмерном пространстве, что позволяет в мельчайших подробностях изучить топографо-анатомические особенности исследуемого органа [10]. В последние годы технология 3D-моделирования стала успешно применяться в различных областях науки, в том числе, в абдоминальной хирургии, главным образом, при операциях на печени [11, 12].

Цель. Оценить возможности 3D-моделирования при хирургическом лечении заболеваний ПЖ по данным литературы.

Материалы и методы. Проведен поиск отечественной и зарубежной литературы в базах данных Medline/PubMed, РИНЦ/Elibrary, КиберЛенинка, Google Scholar за период с 2017 по 2022 г. Поиск осуществлялся на русском и английском языках с использованием ключевых слов: поджелудочная железа, хронический панкреатит, рак поджелудочной железы, резекция поджелудочной железы, компьютерная томография, 3D-моделирование, 3D-реконструкция, хирургическое планирование, хирургическое вмешательство, pancreas, chronic pancreatitis, pancreas cancer, pancreatectomy, computed tomography, 3-D modeling, 3D reconstruction, surgical planning. В анализ включались журнальные статьи, обзоры литературы, оригинальные исследования, клинические случаи. Не рассматривались материалы из сборников конференций, авторефераты, диссертации, учебники, учебные пособия. В итоге в работу были включены 49 публикаций, в том числе 16 отечественных и 33 зарубежных.

Варианты хирургических вмешательств на ПЖ.

Наиболее частыми заболеваниями ПЖ, которые требуют хирургического лечения, являются злокачественные новообразования и панкреатит. За последние 10 лет в Российской Федерации распространенность рака ПЖ увеличилась и в 2021 г. составила 14,1 случай на 100 тыс. населения, при этом в 58,2% случаев заболевание выявляется на IV стадии [13]. Несмотря на определенный прогресс в диагностике и лечении злокачественных новообразований, прогноз больных раком ПЖ остается неблагоприятным — летальность в течение года после установления диагноза достигает 65,1% [13]. Методом выбора при лечении злокачественных опухолей ПЖ является резекция, которая позволяет продлить жизнь пациента. Правильная оценка резектабельности опухоли служит одним из прогностических факторов общей выживаемости пациентов со злокачественным образованием ПЖ [14, 15].

Рак ПЖ чаще всего локализуется в головке ПЖ (70% случаев), реже — в теле и хвосте (20% и 10% соответственно). Предложены различные варианты резекционных хирургических операций при раке ПЖ. Радикальным методом хирургического лечения рака головки ПЖ является панкреатодуоденальная резекция с сохранением привратника без резекции желудка (операция Траверсо–Лонгмайра) или резекция головки ПЖ и двенадцатиперстной кишки единым блоком с частичной гастрэктомией (операция Кауша–Уиппла). При раке тела и хвоста ПЖ выполняют резекцию ПЖ слева со спленэктомией [16]. В зависимости от размера левосторонней аденокарциномы резекция может быть выполнена в объеме субтотальной левосторонней панкреатэктомии или тотальной панкреатэктомии, при многоочаговом происхождении карциномы показана тотальная панкреатэктомия со спленэктомией. В случае распространенной левосторонней опухоли ПЖ с поражением смежных органов (толстый кишечник, желудок) возможен вариант мультивисцеральной резекции с радикальным удалением опухоли [17].

Ключевыми моментами при выборе варианта хирургического лечения являются локализация, объем и распространение опухоли в соседние ткани. Клинический исход злокачественных новообразований зависит от потенциальной резектабельности, степени и стадии заболевания. Рентгенологическая оценка резектабельности опухоли является обязательным компонентом предоперационного планирования и подразумевает, в том числе, выявление нерезектабельных случаев. Неверная оценка резектабельности опухоли приводит к повышению периоперационного риска и завершению резекции с присвоением статуса R2, что ассоциировано с неблагоприятным прогнозом для пациента [18].

Для максимально полной предоперационной оценки резектабельности опухоли ПЖ необходимы ее четкая сегментарная локализация, а также определение

вовлеченности в опухолевый процесс сосудистых структур и близрасположенных органов. Применение 3D-моделирования позволяет точно рассчитать объем поражения ПЖ и оценить степень вовлеченности в патологический процесс парапанкреатических тканей, что, в свою очередь, способствует адекватной оценке объема хирургического вмешательства.

Основными осложнениями панкреатита, требующими чрескожного, эндоскопического и, реже, хирургического лечения, являются инфицированные перипанкреатические скопления жидкости и панкреонекроз. На сегодняшний день выбор тактики хирургического лечения панкреатита при наличии показаний остается дискуссионным вопросом. Наиболее распространенными операциями являются резекция по Бегеру (дуоденумсберегающая резекция головки ПЖ) и резекция по Фрею (резекция головки ПЖ с продольным панкреатоеюноанастомозом). Однако стандартизированные объективные показания к тому или иному методу резекции ПЖ четко не определены, и во многом выбор вида хирургического вмешательства зависит от личных предпочтений хирурга [19, 20]. При этом частота осложнений после операций на ПЖ высока и может достигать 50%, особенно в случае развития панкреонекроза [21, 22].

3D-моделирование при хирургическом лечении рака ПЖ. Рак ПЖ считается нерезектабельным при наличии гематогенных метастазов или перитонеальном распространении опухоли, поскольку в этом случае хирургическое вмешательство не улучшает общий прогноз пациентов [23]. Целесообразность паллиативной резекции в настоящее время остается дискуссионным вопросом. И поэтому исключение метастатического распространения по данным визуализирующих методик остается важной частью оценки резектабельности опухоли ПЖ.

G. F. Hess и соавт. (2021) представили клинический случай женщины 25 лет с нейроэндокринной опухолью ПЖ G2 T4N1M1 [24]. На основе анализа трехмерной модели ПЖ авторы выполнили предоперационное планирование с учетом сложных топографо-анатомических взаимоотношений пораженной области, после чего пациентке была успешно проведена обширная операция в виде резекции головки ПЖ с сохранением привратника, расширенной интераортокавальной лимфодиссекцией и атипичной резекцией печени в сегменте VI. Констатирована полная хирургическая резекция первичной опухоли (180 мм), также был полностью удален метастаз печени. Таким образом, 3D-моделирование может помочь избежать ненужного хирургического вмешательства и послеоперационных рисков за счет расширенной идентификации скрытых метастазов, которые не идентифицируются при стандартной КТ.

Метастатическое поражение лимфатических узлов является предиктором общей выживаемости при разных видах злокачественных новообразований, включая аденокарциному ПЖ [25]. Резекция ПЖ со стан-

дартной лимфаденэктомией включает удаление лимфатических узлов в парапанкреатической области, по ходу печеночно-двенадцатиперстной связки, чревного ствола и верхней брыжеечной артерии. Лимфатические метастазы возникают достаточно часто при раке ПЖ, однако наличие метастатического поражения локорегионарных лимфатических узлов в целом не исключает возможности радикального хирургического вмешательства. В этой связи оценка вовлеченности лимфатических узлов в опухолевый процесс важна для определения объема лимфодиссекции. Технология 3D-моделирования позволяет существенно повысить точность обнаружения метастазов в лимфатических узлах [26].

Предоперационная диагностика перитонеального метастазирования рака ПЖ проблематична, особенно на ранних стадиях поражения. Часто метастазы брюшины можно предположить по наличию только косвенных признаков, например, небольшого количества свободной перитонеальной жидкости. По данным литературы, частота непредвиденного перитонеального распространения, обнаруженного во время операции, составляет 5% [27].

Помимо наличия метастазов, частой находкой при оценке нерезектабельности опухоли является локальная инвазия первичной опухоли в смежные сосудистые структуры. При резекции головки ПЖ важно учитывать анатомическое расположение отдельных артерий. Окружающая ПЖ сосудистая сеть имеет сложное строение, поэтому во время операций на ПЖ высока вероятность ее травмирования, а добавочные артерии являются дополнительными путями опухолевой диссеминации [28]. Несмотря на существенное улучшение диагностических качеств визуализирующих методик за последние годы, полученные данные нередко являются сомнительными в отношении вовлечения артерий в патологический процесс, что требует хирургического исследования, которое продолжает оставаться «золотым стандартом» в определении резектабельности опухолей.

Показателен клинический случай пациента 71 года, которому планировалась резекция головки ПЖ с сохранением привратника и реконструкцией по Traverso-Longmire по поводу местно-распространенной аденокарциномы ПЖ [29]. При предоперационном планировании реконструкция 3D-модели ПЖ позволила выявить редкую сосудистую аномалию — артерио-артериальный анастомоз между верхней брыжеечной артерией и чревным стволом (анастомоз Бюлера), который встречается всего у 1–2% больных. Следует отметить, что при стандартизированной КТ и КТ-ангиографии у данного пациента не было выявлено хирургически значимых анатомических вариаций. Дооперационная диагностика сосудистой аномалии с помощью 3D-моделирования ПЖ позволила избежать интраоперационных осложнений.

В случае левосторонней локализации опухоли селезеночные сосуды, как правило, включаются в ком-

плексную резекцию хвоста ПЖ и селезенки. Н.Т. Zhou и соавт. (2020) с помощью трехмерной реконструкции ПЖ с достоверностью 80,9% установили, что большая площадь контакта между резецируемой ПЖ и селезеночной веной, а также большая площадь окружности селезеночного сосуда, инвазированного в резецируемую ПЖ, наряду с большим объемом опухоли являются независимыми факторами неудачного исхода лапароскопической дистальной панкреатэктомии с сохранением селезеночных сосудов [30]. В то же время, несмотря на поражение сосудов, необходимо обеспечить радикальную резекцию опухоли, что технически сложно [31]. При любом варианте резекции ПЖ стараются сохранить артериальное кровоснабжение печени, желудка и кишечника, а также мезентерико-портальную венозную систему. Если не учитывать анатомо-топографические особенности сосудистых структур при резекции ПЖ, высока вероятность нарушения непосредственного артериального кровоснабжения печени, желчных протоков и желудка, даже с учетом коллатеральных путей кровотока. В исходе возможно развитие таких серьезных осложнений, как печеночная недостаточность, некроз желчных протоков, перфорация желудка и ишемическая язва органов желудочно-кишечного тракта.

Точное определение вовлеченности сосудистых структур при раке ПЖ отражено в системе стадирования TNM. Так, категория T3, представляющая местно-инвазивную, но потенциально резектабельную опухоль, включает локальную инвазию в мезентерико-портальную венозную систему, тогда как категория T4 относится к местно-распространенной нерезектабельной опухоли и подразумевает инвазию верхней брыжеечной артерии, чревного ствола или общей печеночной артерии [32]. Рак тела ПЖ с поражением чревного ствола и/или общей печеночной артерии считается нерезектабельным.

Общая печеночная артерия отличается топографо-анатомической вариабельностью, поэтому при нестандартном расположении ее инвазия опухолью может быть неожиданной находкой [33]. Высокий интраоперационный риск представляет ранее не диагностированный тяжелый стеноз чревного ствола, который становится клинически значимым после отключения коллатерального кровотока от гастродуоденальной артерии или при случайном повреждении aberrантной печеночной артерии. Опухолевая инфильтрация такой артерии является противопоказанием к резекции ПЖ так же, как и инвазия верхней брыжеечной артерии или общей печеночной артерии.

Необходимость дополнительной артериальной резекции при операциях на головке ПЖ ассоциирована со значительно большей периоперационной летальностью и плохой выживаемостью пациентов [34]. И поэтому во многих случаях артериальная инвазия опухоли ПЖ считается критерием нерезектабельности. 3D-моделирование очень точно отображает анатомию артерий в верхней части живота перед операцией.

Опухолевое поражение воротной вены не является абсолютным противопоказанием к резекции головки ПЖ, и в случае отрицательных краев резекции выживаемость пациентов сопоставима с таковой у пациентов без резекции воротной вены [35]. Однако при обширной инвазии брыжеечной вены и ее ответвлений опухоль может расцениваться как нерезектабельная, что еще раз подчеркивает необходимость точного предоперационного анализа анатомии артериовенозной сети, который обеспечивает технология 3D-моделирования.

Исследования свидетельствуют, что трехмерные реконструированные КТ-изображения способствует более точной оценке артериальной инвазии и сосудистых сужений, а также более четкой оценке окружного и продольного контакта опухоли с сосудом по сравнению с обычными КТ-снимками [36]. Так, С. Andolfi и соавт. описали клинический случай 56-летней женщины с аденокарциномой головки ПЖ, у которой данные КТ свидетельствовали о пограничной резектабельной опухоли с вовлечением гастродуоденальной артерии, однако оставалась неясной связь опухоли с печеночной артерией [37]. 3D-реконструкция ПЖ позволила четко установить инвазию кровеносных сосудов и, таким образом, опухоль была признана нерезектабельной. Таким образом, 3D-моделирование обеспечивает оптимальную визуализацию анатомических вариантов артерий, которые, если их не оценить до операции, увеличивают риск интраоперационной ишемии и послеоперационных осложнений.

Недавно Z. Zhang и соавт. (2022) представили клинический случай успешного хирургического лечения редкой высокодифференцированной нейроэндокринной опухоли ПЖ с инвазией в перипанкреатические сосуды у женщины 39 лет [38]. На догоспитальном этапе по данным КТ брюшной полости с контрастированием было выявлено новообразование с кистой головки и тела ПЖ с прорастанием в перипанкреатические сосуды, что было расценено как метастатическая карцинома. Однако 3D-визуализация КТ-снимков пациентки показала интактные перипанкреатические сосуды, что позволило провести радикальную панкреатодуоденальную резекцию, при этом интраоперационно было подтверждено сдавление магистральных кровеносных сосудов парапанкреатической области опухолевой массой, но не их инвазия. Больная была выписана на 19-е сутки в удовлетворительном состоянии, и при наблюдении в течение последующих 18 месяцев каких-либо патологических отклонений не отмечалось. Таким образом, предоперационная реконструкция КТ брюшной полости помогает достоверно определить степень инвазии жизненно важных перипанкреатических сосудов и играет ключевую роль в составлении плана операции, улучшая прогноз пациента.

Некоторые авторы предлагают применять трехмерное моделирование для оценки показаний к хирургическому лечению патологии ПЖ. Например, Я. И. Нерестюк и соавт. (2017) в ретроспективном исследовании на основе трехмерного моделирования КТ-изображений ПЖ у 30 пациентов с протоковой аденокарциномой определили показания к дуоденопанкреатэктомии [39]. Согласно авторам исследования, оптимальным является проведение операции в случае, когда опухоль по данным 3D-моделирования составляет более 31,8% объема ПЖ.

3D-моделирование в послеоперационном периоде. Следует отметить, что 3D-моделирование может быть использовано не только в ходе предоперационного планирования, но и после хирургического вмешательства для оценки эффективности проведенного лечения и своевременного выявления осложнений. Доказана эффективность трехмерной реконструкции КТ-изображений ПЖ как инструмента для оценки осложнений, возникших после панкреатодуоденальной или дистальной панкреатэктоми (замедленное опорожнение желудка, несостоятельность анастомозов, образование свищей, стриктуры, абсцессы, инфаркт и т.д.), а также связанных с резекцией и реконструкцией сосудов (кровотечение, псевдоаневризма, тромбоз сосудов и ишемия) [40]. В структуре осложнений после хирургического лечения резектабельного рака ПЖ доминирующую роль играет несостоятельность панкреатоэнтероанастомоза или панкреатическая фистула, которая нередко является причиной летального исхода [18]. Применение 3D-моделирования, среди прочего, позволяет достоверно оценить степени фиброза и жировой инфильтрации паренхимы ПЖ, которые рассматриваются в качестве предикторов развития панкреатической фистулы [41]. Y. Renard и соавт. (2018) считают, что одной из причин высокой частоты развития панкреатической фистулы после операций на ПЖ является неверная анатомо-хирургическая сегментация органа на дооперационном этапе [42]. Авторы предлагают разделять ПЖ на сегменты, основываясь на расположении протоков ПЖ по данным их 3D-реконструкции.

3D-моделирование при хирургическом лечении панкреатита. Не визуализированные на преоперационном этапе кисты ПЖ не дренируются во время операции и могут служить причиной рецидива панкреатита, а также сопряжены с риском повреждения сосудов при их близком расположении.

С. Е. Каторкин и соавт. (2017) описали случай хирургического лечения панкреатита у пациента, у которого в предоперационном периоде с помощью цветного 3D-моделирования было определено три кистозных образования головки ПЖ в труднодоступных местах [20]. Кисты были успешно ликвидированы в ходе операции, что позволило предотвратить интра- и послеоперационные осложнения.

В работе Е. А. Корымасова и соавт. (2021) показано, что трехмерное моделирование обладает большей информативностью, чем КТ, при определении объема панкреонекроза и степени поражения клетчаточных пространств, что имеет важное прогностическое значение [22]. Кроме того, компьютерное 3D-моделирование в послеоперационном периоде помогает проанализировать адекватность дренирования и санации очагов деструкции.

В ретроспективном исследовании P. F. Wang и соавт. (2018) продемонстрировано, что технология 3D-визуализации позволяет выбрать оптимальный вариант установки дренажей (количество дренажей и точки их установки) у пациентов с инфицированным некротизирующим панкреатитом, а также значительно повышает эффективность некрэктомии через ригидный нефроскоп [43]. При этом операция занимает около 102 ($102 \pm 20,7$) мин.

Дифференциальная диагностика между злокачественными и доброкачественными образованиями ПЖ является принципиальным аспектом при выборе лечебной тактики. В проспективном исследовании Y. Shi и соавт. (2017) показана высокая диагностическая ценность 3D-моделирования в дифференциации аденокарциномы протоков ПЖ и панкреатита, который по данным КТ визуализируется как солидное образование [44]. Чувствительность, специфичность и точность коэффициента жесткости, рассчитанного по данным трехмерной модели ПЖ для дифференциальной диагностики, были выше 0,9 и превосходили аналогичные показатели для сыровоточного СА19–9.

Другие возможности 3D-моделирования ПЖ. В литературе представлены данные об успешном применении дооперационной трехмерной реконструкции КТ-изображений перед хирургическим удалением солидной и псевдопапиллярной опухолей ПЖ, а также новообразований другой локализации у детей (средний возраст обследованных детей на момент операции составил 68,2 мес) [45].

Важно отметить, что оценка 3D-реконструкций ПЖ требует меньших временных затрат по сравнению с анализом данных КТ. Например, в исследовании S. Magcon и соавт. (2017) показано, что среднее время, затрачиваемое врачами на оценку 3D-модели, составило $60,67 \pm 25,5$ с, тогда как на оценку результатов мультиспиральной КТ требовалось в среднем $127,04 \pm 35,91$ с [46].

В последние годы в различных областях хирургии широкое распространение получили малоинвазивные методики. Минимально инвазивная эндопанкреатическая хирургия, при которой выполняется резекция ПЖ изнутри протока ПЖ, была предложена в качестве экспериментальной альтернативы резекции головки ПЖ с сохранением двенадцатиперстной кишки, в том числе при хроническом панкреатите. Однако лапароскопическая панкреатодуоденальная резекция является технически сложной

процедурой, ассоциированной с высокой частотой осложнений, и на сегодняшний день применяется нечасто. Во многом техническая сложность данной процедуры связана с трудностями пространственной ориентации в операционном поле. По данным M. Mazzola и соавт. (2020) и P. C. Müller и соавт. (2020) 3D-технологии за счет точной анатомо-топографической реконструкции зоны хирургического вмешательства могут способствовать улучшению результатов лапароскопической панкреатодуоденальной резекции и снижению частоты непредвиденных осложнений [47, 48].

Наглядность 3D-моделей может служить инструментом общения между врачом, пациентом и его родственниками, поскольку они позволяют доступно для неспециалиста в области хирургии показать патологический процесс до и после хирургического вмешательства. В свою очередь, это важно для поддержания комплаенса и соответствует принципам современной пациент-ориентированной медицины.

Кроме того, 3D-визуализация может быть потенциальным дополнительным инструментом обучения при создании системы знаний об анатомии, КТ-изображениях и планировании операций для стажеров-хирургов [49].

Заключение. Построение 3D-модели на основе КТ-снимков является перспективным методом, который позволяет точно рассчитать локализацию и объем поражения ПЖ, выявить индивидуальные топографо-анатомические особенности области хирургического вмешательства и признаки резектабельности опухоли ПЖ, обнаружить редкие сосудистые аномалии и труднодоступные кисты, не визуализируемые другими методами исследования. Полученные данные могут быть использованы при отборе пациентов для резекции ПЖ по поводу новообразований или осложненного панкреатита и предоперационном планировании хирургической стратегии, снижая периоперационный риск. Данные литературы свидетельствуют, что 3D-моделирование обладает большей диагностической информативностью по сравнению со стандартной КТ. Послеоперационное 3D-моделирование позволяет оценить адекватность объема проведенного хирургического вмешательства.

Недостатком технологии 3D-моделирования является дороговизна метода и достаточно продолжительное время, необходимое для создания 3D-модели. Однако с учетом современной тенденции к цифровизации можно ожидать, что в ближайшее время создание 3D-моделей внутренних органов станет более доступным в реальной клинической практике. В настоящее время технология 3D-моделирования не является рутинным методом в хирургии ПЖ, поэтому необходимо проведение дальнейших исследований, позволяющих проанализировать преимущества и недостатки этого метода с целью его внедрения в ежедневную клиническую практику.

Сведения об авторах:

Кудашкина Александра Сергеевна — ассистент кафедры онкологии федерального государственного бюджетного образования учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; заведующая отделением магнитно-резонансной томографии Санкт-Петербургского государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Городская Мариинская больница»; Санкт-Петербург, Литейный пр. д. 56; e-mail: alkudashkina@gmail.com, ORCID 0009-0004-3085-9964;

Камышанская Ирина Григорьевна — доктор медицинских наук, доцент кафедры онкологии федерального государственного бюджетного образования учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; заведующая отделом лучевой диагностики Санкт-Петербургского государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Городская Мариинская больница»; 191014, Санкт-Петербург, Литейный пр., д. 56; e-mail: irinaka@mail.ru, ORCID 0000-0002-8351-9216;

Черемисин Владимир Максимович — доктор медицинских наук, профессор кафедры онкологии федерального государственного бюджетного образования учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 6–8; e-mail: vm_cher@mail.ru, ORCID 0000-0003-1402-2844;

Павелец Константин Вадимович — доктор медицинских наук, профессор кафедры факультетской хирургии им. проф. А. А. Русанова федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2; кафедры общей хирургии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 191015, Санкт-Петербург, Кирочная ул., д. 41; заведующий хирургическим отделением Санкт-Петербургского государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Городская Мариинская больница»; 191014, Санкт-Петербург, Литейный пр., д. 56; e-mail: prof.kvp@icloud.com; ORCID 0000-0002-1921-8427;

Русанов Дмитрий Сергеевич — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры факультетской хирургии им. проф. А. А. Русанова федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2, врач-эндоскопист Санкт-Петербургского государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Городская Мариинская больница»; 191014, Санкт-Петербург, Литейный пр., д. 56; e-mail: rusanov.vergeltung@yandex.ru; ORCID 0000-0001-9101-7673;

Калюжный Сергей Алексеевич — врач-хирург Санкт-Петербургского государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Городская Мариинская больница»; 191014, Санкт-Петербург, Литейный пр., д. 56; e-mail: sergey_kalyuzhnyy@rambler.ru; ORCID 0000-0002-3507-6123.

Information about the authors:

Aleksandra S. Kudashkina — Assistant of the Department of Oncology of the Federal State Budgetary Education Institution of Higher Education «St. Petersburg State University», 199034, St. Petersburg, Universitetskaya nab., 7–9; Head of the Magnetic Resonance Imaging Department of the St. Petersburg State Budgetary Healthcare Institution «City Mariinsky Hospital», St. Petersburg, Liteyny Ave.56, alkudashkina@gmail.com, ORCID 0009-0004-3085-9964;

Irina G. Kamyshanskaya — Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Oncology of the Federal State Budgetary Education Institution of Higher Education «St. Petersburg State University», 199034, St. Petersburg, Universitetskaya nab., 7–9, Head of the Department of Radiation Diagnostics of the St. Petersburg State Budgetary Healthcare Institution «City Mariinsky Hospital», St. Petersburg, Foundry 56 ave., irinaka@mail.ru, ORCID 0000-0002-8351-9216;

Vladimir M. Cheremisin — Dr. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Oncology of the Federal State Budgetary Education Institution of Higher Education «Saint Petersburg State University», 199034, Saint Petersburg, Universitetskaya nab., 6–8, vm_cher@mail.ru, ORCID 0000-0003-1402-2844;

Konstantin V. Pavelets — Dr. of Sci. (Med.), Professor of Department of faculty surgery to them. Professor A. A. Rusanov, Saint Petersburg state pediatric medical University, Department of General surgery, 194100, Saint Petersburg, St. Litovskaya, 2, head of the surgical Department of St. Petersburg state budgetary health care institution «City Mariinsky hospital», 191014, Saint Petersburg, 56 Liteyny Ave, prof.kvp@icloud.com, ORCID: 0000-0002-1921-8427;

Dmitry S. Rusanov — Cand. of Sci. (Med.), assistant of the Department of faculty surgery named after Prof. A. A. Rusanov of the Saint Petersburg state pediatric medical University, 194100, Saint Petersburg, St. Litovskaya, 2, endoscopist of the Saint Petersburg state budgetary healthcare institution «City Mariinsky hospital» 191014, Saint Petersburg, 56 Liteyny Ave., rusanov.vergeltung@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-9101-7673;

Sergey A. Kalyuzhnyy — surgeon of the Saint Petersburg state budgetary healthcare institution «City Mariinsky hospital», 191014, Saint Petersburg, 56 Liteyny Ave., sergey_kalyuzhnyy@rambler.ru, ORCID: 0000-0002-3507-6123.

Вклад авторов: Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен следующим образом: концепция и план исследования — А. С. Кудашкина, К. В. Павелец; сбор и математический анализ данных — А. С. Кудашкина, Д. С. Русанов; подготовка рукописи — А. С. Кудашкина, С. А. Калюжный, И. Г. Камышанская.

Authors' contributions. All authors confirm their authorship according to the international ICMJE criteria (all authors made substantial contributions to the conception, research, and preparation of the article, and read and approved the final version before publication). Special contribution: ASK, KVP aided in the concept and plan of the study; ASK, DSR provided collection and mathematical analysis of data; ASK, SAK, IGK preparation of the manuscript.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Поступила/Received: 27.02.2023.

Принята к печати/Accepted: 29.08.2023.

Опубликована/Published: 29.09.2023.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Кригер А.Г., Пронин Н.А., Двухжилов М.В. и др. Хирургический взгляд на артериальную анатомию поджелудочной железы // *Анналы хирургической гепатологии*. 2021. Т. 26, № 3. С. 112–122. [Kriger A.G., Pronin N.A., Dvukhzhilov M.V. Other Surgical view of the arterial anatomy of the pancreas. *Annals of surgical hepatology*, 2021, Vol. 26, No. 3, pp. 112–122 (In Russ.)]. doi: 10.16931/1995-5464.2021-3-112-122.
2. Alanentalo T., Hahn M., Willekens S.M.A., Ahlgren U. Mesoscopic Optical Imaging of the Pancreas-Revisiting Pancreatic Anatomy and Pathophysiology // *Front Endocrinol. (Lausanne)*. 2021. Vol. 12. P. 633063. doi: 10.3389/fendo.2021.633063. PMID: 33746904.
3. Javed A.A., Young R.W.C., Habib J.R. et al. Cinematic Rendering: Novel Tool for Improving Pancreatic Cancer Surgical Planning // *Curr. Probl. Diagn. Radiol.* 2022. Vol. 51, No. 6. P. 878–883. doi: 10.1067/j.cpradiol.2022.04.001. PMID: 35595587.
4. Kumar H., DeSouza S.V., Petrov M.S. Automated pancreas segmentation from computed tomography and magnetic resonance images: A systematic review // *Comput Methods Programs Biomed.* 2019. Vol. 178. P. 319–328. doi: 10.1016/j.cmpb.2019.07.002. PMID: 31416559.
5. Zhang L., Sanagapalli S., Stoita A. Challenges in diagnosis of pancreatic cancer // *World J. Gastroenterol.* 2018. Vol. 24, No. 19. P. 2047–2060. doi: 10.3748/wjg.v24.i19.2047. PMID: 29785074.
6. Barat M., Dohan A., Gaujoux S. et al. Computed tomography features of acinar cell carcinoma of the pancreas // *Diagn. Interu Imaging*. 2020. Vol. 101, No. 9. P. 565–575. doi: 10.1016/j.diii.2020.02.007. PMID: 32146131.
7. Панченко Д.Н., Иванов Ю.В., Колсанов А.В. и др. Виртуальное 3D-моделирование в хирургии печени // *Вестник хирургии имени И.И. Грекова*. 2019. Т. 178, № 5. С. 74–80. [Panchenkov D.N., Ivanov Yu.V., Kolsanov A.V. et al. Virtual 3D modeling in liver surgery. *Bulletin of Surgery named after I. I. Grekov*, 2019, Vol. 178, No. 5, pp. 74–80 (In Russ.)]. doi: 10.24884/0042-4625-2019-178-5-74-80.
8. Ромашенко П.Н., Железняк И.С., Майстренко Н.А., Блюмина С.Г. Способ проектирования хирургического доступа для адrenaлэктомии при помощи 3D-моделирования // *Таврический медико-биологический вестник*. 2020. Т. 23, № 2. С. 165–171. [Romashchenko P.N., Zheleznyak I.S., Maistrenko N.A.,

- Blyumina S.G. A method for designing surgical access for adrenalectomy using 3D modeling. *Tauride Medical and Biological Bulletin*, 2020. Vol. 23, No. 2, pp. 165–171 (In Russ.). doi: 10.37279/2070-8092-2020-23-2-165-171.
9. Ballard D.H., Wake N., Witowski J. et al. Radiological Society of North America (RSNA) 3D Printing Special Interest Group (SIG) clinical situations for which 3D printing is considered an appropriate representation or extension of data contained in a medical imaging examination: abdominal, hepatobiliary, and gastrointestinal conditions // *3D Print Med*. 2020. Vol. 6, No. 1. P. 13. doi: 10.1186/s41205-020-00065-6. PMID: 32514795.
 10. Frohn J., Pinkert-Leetsch D., Missbach-Güntner J. et al. 3D virtual histology of human pancreatic tissue by multiscale phase-contrast X-ray tomography // *J. Synchrotron Radiat*. 2020. Vol. 27, Pt 6. P. 1707–1719. doi: 10.1107/S1600577520011327. PMID: 33147198.
 11. Boedecker C., Huetl F., Saalfeld P. et al. Using virtual 3D-models in surgical planning: workflow of an immersive virtual reality application in liver surgery // *Langenbecks Arch. Surg*. 2021. Vol. 406, No. 3. P. 911–915. doi: 10.1007/s00423-021-02127-7. PMID: 33710462.
 12. Зельтер П.М., Колсанов А.В., Пышкина Ю.С. Сегментация очаговых образований печени и виртуальная резекция на основе данных компьютерной томографии // *Бюллетень сибирской медицины*. 2021. Т. 20, № 1. С. 39–44. [Zelter P.M., Kolsanov A.V., Pyshkina Yu.S. Segmentation of focal liver lesions and virtual resection based on computed tomography data. *Bulletin of Siberian Medicine*, 2021, Vol. 20, No. 1, pp. 39–44 (In Russ.).] doi: 10.20538/1682-0363-2021-1-39-44.
 13. *Состояние онкологической помощи населению России в 2021 году* / под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, А.О. Шахзадовой. Москва: МНИОИ им. П.А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2022. 239 с. [*The state of oncological care for the population of Russia in 2021*: ed. A. D. Kaprin, V. V. Starinsky, A. O. Shakhzadova. Moscow: MNIIOI im. P.A. Gertsen — branch of the Federal State Budgetary Institution «NMITS Radiology» of the Ministry of Health of Russia, 2022. 239 p. (In Russ.).]
 14. Кармазановский Г.Г. Дифференциальная диагностика и определение резектабельности рака поджелудочной железы с помощью МСКТ и МРТ // *Анналы хирургической гепатологии*. 2019. Т. 24, № 3. С. 22–35. [Karmazanovsky G.G. Differential diagnosis and analysis of pancreatic cancer resectability using CT and MRI. *Annals of HPB Surgery*, 2019, Vol. 24, No. 3, pp. 22–35 (In Russ.).] doi: 10.16931/1995-5464.2019322-35.
 15. Кудрявцева А.В., Багненко С.С., Дзидзава И.И. и др. КТ и МРТ в оценке резектабельных и условно резектабельных опухолей поджелудочной железы // *Анналы хирургической гепатологии*. 2021. Т. 26, № 1. С. 34–47. [Kudryavtseva A.V., Bagnenko S.S., Dzidzawa I.I. et al. CT and MRI in the assessment of resectable and borderline resectable pancreatic tumors. *Annals of HPB Surgery*, 2021, Vol. 26, No. 1, pp. 34–47 (In Russ.).] doi: 10.16931/1995-5464.2021134-47.
 16. Ревшвили А.Ш., Кригер А.Г., Вишневецкий В.А. и др. Актуальные вопросы хирургии поджелудочной железы // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2018. № 9. С. 5–14. [Revishvili A.Sh., Kriger A.G., Vishnevsky V.A. and other Topical issues of pancreatic surgery. *Surgery. Journal them. N.I. Pirogov*, 2018, No. 9, pp. 5–14 (In Russ.).] doi: 10.17116/hirurgia20180915.
 17. Beetz O., Sarisin A., Kaltenborn A. et al. Multivisceral resection for adenocarcinoma of the pancreatic body and tail—a retrospective single-center analysis // *World J. Surg. Oncol*. 2020. Vol. 18, No. 1. P. 218. doi: 10.1186/s12957-020-01973-x. PMID: 32819373.
 18. Михайлов И.В., Бондаренко В.М., Кудряшов В.А. и др. Динамика результатов лечения резектабельного рака головки поджелудочной железы за 30-летний период // *Проблемы здоровья и экологии*. 2019. Т. 3, № 61. С. 50–55. [Mikhailov I.V., Bondarenko V.M., Kudryashov V.A. Dynamics of the results of treatment of resectable pancreatic head cancer over a 30-year period. *Problems of health and ecology*, 2019, Vol. 3, No. 61, pp. 50–55 (In Russ.).]
 19. Грекова Н.М., Шишменцев Н.Б., Ю.В. Наймушина Ю.В. и др. Острый панкреатит: современные концепции хирургического лечения // *Новости хирургии. News of Surgery*, 2020, Vol. 28, No. 2, pp. 197–206 (In Russ.).] doi: 10.18484/2305-0047.2020.2.197.
 20. Каторкин С.Е., Колсанов А.В., Быстров С.А. и др. Виртуальное 3-D моделирование в хирургическом лечении хронического панкреатита // *Новости хирургии. News of Surgery*, 2017, Vol. 25, No. 5, pp. 503–509 (In Russ.).] doi: 10.18484/2305-0047.2017.5.503-509.
 21. Каприн И.А., Эльдарова З.Э., Глабай В.П. Хирургическое лечение и осложнения операций при остром панкреатите тяжелого течения // *Исследования и практика в медицине*. 2018. Т. 5, № 4. С. 72–81. [Kaprin I.A., Eldarova Z.E., Glabay V.P. Surgical treatment and complications of operations in severe acute pancreatitis. *Research and practice in medicine*, 2018, Vol. 5, No. 4, pp. 72–81 (In Russ.).] doi: 10.17709/2409-2231-2018-5-4-7.
 22. Корымазов Е.А., Кривошеков Е.П., Хорошилов М.Ю., Зельтер П.М. 3D-моделирование при остром панкреатите: клинический пример эффективности применения цифровых технологий // *Современная медицина*. 2021. № 2 (21). С. 57–60. [Korymasov E.A., Krivoshchekov E.P., Khoroshilov M.Yu., Zelter P.M. 3D-modeling in acute pancreatitis: a clinical example of the effectiveness of the use of digital technologies. *Modern medicine*, 2021, No. 2 (21), pp. 57–60 (In Russ.).]
 23. Dumont R., Puleo F., Collignon J. et al. A single center experience in resectable pancreatic ductal adenocarcinoma: the limitations of the surgery-first approach. Critical review of the literature and proposals for practice update // *Acta Gastroenterol Belg*. 2017. Vol. 80, No. 4. P. 451–461. PMID: 29560639.
 24. Hess G.F., Soysal S.D., Nicolas G. et al. Surgical Strategy Based on Radiological 3D Reconstruction in a Giant Metastatic Neuroendocrine Tumor of the Pancreas: A Case Report of an Interdisciplinary Approach // *Case Rep. Surg*. 2021. Vol. 2021. P. 8811155. doi: 10.1155/2021/8811155. PMID: 33564486.
 25. Joliat G.R., Labгаа I., Sulzer J. et al. International assessment and validation of the prognostic role of lymph node ratio in patients with resected pancreatic head ductal adenocarcinoma // *Hepatobiliary Surg. Nutr*. 2022. Vol. 11, No. 6. P. 822–833. doi: 10.21037/hbsn-21-99. PMID: 36523941.
 26. Lu Q., Zhou C., Zhang H. et al. A multimodal model fusing multiphase contrast-enhanced CT and clinical characteristics for predicting lymph node metastases of pancreatic cancer // *Phys. Med. Biol*. 2022. Vol. 67, No. 17. doi: 10.1088/1361-6560/ac858e. PMID: 35905729.
 27. Kojima H., Kitago M., Iwasaki E. et al. Peritoneal dissemination of pancreatic cancer caused by endoscopic ultrasound-guided fine needle aspiration: A case report and literature review // *World J. Gastroenterol*. 2021. Vol. 27, No. 3. P. 294–304. doi: 10.3748/wjg.v27.i3.294. PMID: 33519143.
 28. Andersen B.T., Stimec B.V., Kazaryan A.M. et al. Re-interpreting mesenteric vascular anatomy on 3D virtual and/or physical models, part II: anatomy of relevance to surgeons operating splenic flexure cancer // *Surg. Endosc*. 2022. Vol. 36, No. 12. P. 9136–9145. doi: 10.1007/s00464-022-09394-5. PMID: 35773607.
 29. Templin R., Tabriz N., Hoffmann M. et al. Case Report: Virtual and Interactive 3D Vascular Reconstruction Before Planned Pancreatic Head Resection and Complex Vascular Anatomy: A Bench-To-Bedside Transfer of New Visualization Techniques in Pancreatic Surgery // *Front Surg*. 2020. Vol. 7. P. 38. doi: 10.3389/fsurg.2020.00038. PMID: 32626723.
 30. Zhou H.T., Peng C.B., Han Y. et al. Quantitative analysis of three-dimensional reconstruction data to guide the selection of methods for laparoscopic distal pancreatectomy // *J. Hepatobiliary Pancreat. Sci*. 2021. Vol. 28, No. 8. P. 659–670. doi: 10.1002/jhpb.849. PMID: 33053264.
 31. Dolay K., Malya F.U., Akbulut S. Management of pancreatic head adenocarcinoma: From where to where? // *World J. Gastrointest. Surg*. 2019. Vol. 11, No. 3. P. 143–154. doi: 10.4240/wjgs.v11.i3.143.
 32. McGuigan A., Kelly P., Turkington R.C. et al. Pancreatic cancer: A review of clinical diagnosis, epidemiology, treatment and outcomes // *World J. Gastroenterol*. 2018. Vol. 24, No. 43. P. 4846–4861. doi: 10.3748/wjg.v24.i43.4846. PMID: 30487695.
 33. Рубцова Н.А., Федулеев М.Н., Нерестюк Я.И. и др. Артериальное кровоснабжение печени, целиако-мезентериальный бассейн (обзор литературы) // *Медицинская визуализация*. 2021. Т. 25, № 2. С. 74–83. [Rubtsova N.A., Pheduleev M.N., Nerestyuk Ya.I. et al. Arterial blood supply to the liver, celiac and mesenteric pool (literature review). *Medical Visualization*, 2021, Vol. 25, No. 2, pp. 74–83 (In Russ.).] doi: 10.24835/1607-0763-928.
 34. Kwon J., Shin S.H., Yoo D. et al. Arterial resection during pancreatectomy for pancreatic ductal adenocarcinoma with arterial invasion: A single-center experience with 109 patients // *Medicine (Baltimore)*. 2020. Vol. 99, No. 37. e22115. doi: 10.1097/MD.00000000000022115. PMID: 32925757.
 35. Heckler M., Hackert T. Surgery for locally advanced pancreatic ductal adenocarcinoma—is it only about the vessels? // *J. Gastrointest. Oncol*. 2021. Vol. 12, No. 5. P. 2503–2511. doi: 10.21037/jgo-20-313. PMID: 34790411.
 36. Marconi S., Pugliese L., Del Chiaro M. et al. An innovative strategy for the identification and 3D reconstruction of pancreatic cancer from CT images // *Updates Surg*. 2016. Vol. 68, No. 3. P. 273–278. doi: 10.1007/s13304-016-0394-8. PMID: 27605209.
 37. Andolfi C., Plana A., Kania P. et al. Usefulness of Three-Dimensional Modeling in Surgical Planning, Resident Training, and Patient Education // *J. Laparoendosc. Adv. Surg. Tech. A*. 2017. Vol. 27, No. 5. P. 512–515. doi: 10.1089/lap.2016.0421. PMID: 27813710.
 38. Zhang Z., Liu L., Li Y. et al. Therapeutic experience of a pancreatic mixed serous neuroendocrine neoplasm invading peripancreatic vessels: A case report // *Medicine (Baltimore)*. 2022. Vol. 101, No. 35. e30323. doi: 10.1097/MD.00000000000030323. PMID: 36107509.
 39. Нерестюк Я.И., Кармазановский Г.Г., Кубышкин В.А. и др. Трехмерная реконструкция компьютерных томограмм в выборе оперативного вмешательства при протоковой аденокарцине поджелудочной железы // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2017. № 4. С. 36–40. [Nerestyuk Ya.I., Karmazanovsky G.G., Kubyskhin V.A. et al. Three-dimensional reconstruction of computed tomograms in the choice of operating mode in pancreatic ductal adenocarcinoma. *Surgery. Journal them. N.I. Pirogov*, 2017, No. 4, pp. 36–40 (In Russ.).] doi: 10.17116/hirurgia2017436-40.

40. Hafezi-Nejad N., Fishman E.K., Zaheer A. Imaging of post-operative pancreas and complications after pancreatic adenocarcinoma resection // *Abdom. Radiol. (NY)*. 2018. Vol. 43, No. 2. P. 476–488. doi: 10.1007/s00261-017-1378-y. PMID: 29094173.
41. Хатьков И.Е., Домрачев С.А., Цвиркун В.В. и др. Прогнозирование панкреатической фистулы после панкреатодуоденальной резекции с помощью компьютерной томографии // *Медицинская визуализация*. 2019. Т. 23, № 1. С. 19–27. [Khatkov I.E., Domrachev S.A., Tsvirkun V.V. et al. Prediction of postpancreatoduodenectomy pancreatic fistula with the use of computer tomography. *Medical Visualization*, 2019, Vol. 23, No. 1, pp. 19–27 (In Russ.)]. doi: 10.24835/1607-0763-2019-1-19-27.
42. Renard Y., de Mestier L., Perez M. et al. Unraveling Pancreatic Segmentation // *World J. Surg.* 2018. Vol. 42, №4. P. 1147–1153. doi: 10.1007/s00268-017-4263-5. PMID: 28975436.
43. Wang P.F., Liu Z.W., Cai S.W. et al. Usefulness of three-dimensional visualization technology in minimally invasive treatment for infected necrotizing pancreatitis // *World J. Gastroenterol.* 2018. Vol. 24, No. 17. P. 1911–1918. doi: 10.3748/wjg.v24.i17.1911. PMID: 29740206.
44. Shi Y., Gao F., Li Y. et al. Differentiation of benign and malignant solid pancreatic masses using magnetic resonance elastography with spin-echo echo planar imaging and three-dimensional inversion reconstruction: a prospective study // *Eur. Radiol.* 2018. Vol. 28, No. 3. P. 936–945. doi: 10.1007/s00330-017-5062-y. PMID: 28986646
45. Irtan S., Hervieux E., Boutroux H. et al. Preoperative 3D reconstruction images for paediatric tumours: Advantages and drawbacks // *Pediatr. Blood Cancer*. 2021. Vol. 68, No. 1. e28670. doi: 10.1002/pbc.28670. PMID: 32827349.
46. Marconi S., Pugliese L., Botti M. et al. Value of 3D printing for the comprehension of surgical anatomy // *Surg. Endosc.* 2017. Vol. 31, No. 10. P. 4102–4110. doi: 10.1007/s00464-017-5457-5. PMID: 28281114.
47. Mazzola M., Morini L., Crippa J. et al. Totally Laparoscopic Pancreaticoduodenectomy: Technical Notes // *Chirurgia (Bucur)*. 2020. Vol. 115, No. 3. P. 385–393. doi: 10.21614/chirurgia.115.3.385. PMID: 32614295.
48. Müller P.C., Haslebacher C., Steinemann D.C. et al. Image-guided minimally invasive endopancratic surgery using a computer-assisted navigation system // *Surg. Endosc.* 2021. Vol. 35, No. 4. P. 1610–1617. doi: 10.1007/s00464-020-07540-5. PMID: 32253555.
49. Lin C., Gao J., Zheng H. et al. Three-dimensional visualization technology used in pancreatic surgery: a valuable tool for surgical trainees // *Journal of Gastrointestinal Surgery*. 2020. Vol. 24, No. 4. P. 866–873. doi: 10.1007/s11605-019-04214-z. PMID: 31012044.

ЕЖЕГОДНАЯ ТЕЛЕКОНФЕРЕНЦИЯ

Современные стандарты анализа лучевых изображений
и принципы построения заключения

15
декабря
2023
Санкт-Петербург

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Приглашаем Вас принять участие в работе Ежегодной телеконференции «Современные стандарты анализа лучевых изображений и принципы построения заключения», которая состоится 15 декабря 2023 года в Санкт-Петербурге.

Формат проведения конференции: заочный, с использованием дистанционных технологий, в том числе онлайн-трансляции в режиме реального времени.

Место проведения: онлайн площадка <https://medum.org/>

Предварительная регистрация участников обязательна на сайте: <https://medum.org/>

Открытие конференции: 15 декабря 2023 г. в 9:00

Организатор: Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова.

Председатель Организационного комитета: главный лучевой диагност СЗФО РФ и комитета по здравоохранению Санкт-Петербурга, член-корреспондент РАН, д.м.н., профессор Т. Н. Трофимова.

Основные темы конференции:

- Аномалии развития центральной нервной системы.
- Ишемический инсульт, искусственный интеллект, шкала ASPECTS.
- Молекулярное и мультипараметрическое картирование при раке молочной железы.
- Изомеризм и лучевая диагностика.
- Лучевая диагностика энцефалитов.
- Лучевая диагностика венозного инфаркта.
- Лучевая и радионуклидная диагностика нейроэндокринных опухолей.
- ПЭТ/КТ с ⁶⁸Ga — ПСМА: стадирование впервые выявленного рака предстательной железы.
- Стандарты лучевой диагностики поражений легких вирусной этиологии. Чему нас научила пандемия.

Планируется представление заявки на аккредитацию конференции Комиссией по оценке учебных мероприятий и материалов для непрерывного медицинского образования на соответствие установленным требованиям Министерства здравоохранения Российской Федерации (НМО).