

УДК 616.37-089.86

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2025-16-3-27-36>

ЛУЧЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИАГНОСТИКЕ КИСТОЗНЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ: ОБЗОР

Д. А. Артемьева^{✉*}, В. А. Кащенко[✉], Т. В. Савельева[✉]

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

ВВЕДЕНИЕ: Частота выявления кистозных образований поджелудочной железы (ПЖ) возрастает в течение последних лет. Кистозные образования ПЖ представляют собой разнообразную группу изменений с различным потенциалом к малигнизации. Современные методы диагностики, несмотря на прогресс в прецизионности, по-прежнему нуждаются в развитии и совершенствовании для точного выявления, дифференциации и оценки риска злокачественности.

ЦЕЛЬ: Уточнение диагностической достоверности различных лучевых методов в выявлении и дифференцировке кистозных образований поджелудочной железы, а также оценка их ограничений на основе анализа данных международной литературы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: Проведен поиск научных публикаций в информационно-аналитической системе Google Scholar за период 2009–2024 гг., по ключевым словам: «кистозное образование ПЖ», «цистаденома ПЖ», «внутрипротоковая папиллярная муцинозная опухоль», «перфузионная компьютерная томография ПЖ», «радиомика ПЖ». Для анализа было отобрано 44 публикации.

РЕЗУЛЬТАТЫ: Усовершенствованные методы диагностики увеличили потенциал точности в оценке кистозных образований ПЖ, но дифференциация их подтипов и выявление признаков малигнизации остаются сложными задачами. Существующие клинические рекомендации характеризуются вариабельностью и противоречивостью в отношении диагностики и наблюдения, что подчеркивает необходимость стандартизации подходов к ведению пациентов с кистозными образованиями ПЖ и внедрения новых диагностических методов.

ОБСУЖДЕНИЕ: Анализ представленных литературных источников демонстрирует, что сходство радиологических характеристик кистозных неоплазий поджелудочной железы затрудняет их достоверную дифференциацию. Традиционные методы визуализации и ЭУС-ТАП ограничены низкой воспроизводимостью морфологических признаков и недостаточным цитологическим материалом, особенно при кистах малого размера, что обуславливает необходимость внедрения новых диагностических подходов. Перспективны количественные методы визуализации, позволяющие оценивать тканевые характеристики и микроциркуляцию, включая двухэнергетическую и перфузионную КТ, а также радиомикю, обеспечивающую статистическую обработку текстурных признаков и повышающую точность предоперационной диагностики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Интеграция количественных методов визуализации, включая радиомикю, может повысить точность характеристик кистозных образований поджелудочной железы и ускорить выбор тактики ведения пациентов, особенно при высоком риске малигнизации и рецидива. Необходимы дальнейшие исследования на крупных когортных выборках для стандартизации внедрения этих технологий в клиническую практику.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: кистозное образование поджелудочной железы, цистаденома поджелудочной железы, внутрипротоковая папиллярная муцинозная опухоль, КТ-перфузия поджелудочной железы, радиомика поджелудочной железы

* Для корреспонденции: Артемьева Дарья Анатольевна, e-mail: darkushnerova@gmail.com

Для цитирования: Артемьева Д.А., Кащенко В.А., Савельева Т.В. Лучевые технологии в диагностике кистозных новообразований поджелудочной железы: обзор // *Лучевая диагностика и терапия*. 2025. Т. 16, № 3. С. 27–36, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2025-16-3-27-36>.

RADIOLOGICAL TECHNOLOGIES IN THE DIAGNOSIS OF PANCREATIC CYSTIC NEOPLASMS: A REVIEW

Daria A. Artemyeva^{✉*}, Viktor A. Kashchenko[✉], Tatyana V. Savelyeva[✉]

St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

INTRODUCTION: The frequency of detecting pancreatic cystic lesions (PCLs) has been increasing in recent years. Pancreatic cystic lesions represent a diverse group of changes with varying potential for malignancy. Despite advances in precision, modern

diagnostic methods still require development and improvement for accurate identification, differentiation, and assessment of malignancy risk.

OBJECTIVE: To clarify the diagnostic accuracy of various radiological methods in the detection and differentiation of pancreatic cystic lesions, as well as to assess their limitations based on an analysis of international literature data.

MATERIALS AND METHODS: A search for scientific publications was conducted in the Google Scholar information-analytical system for the period 2009–2024 using the following keywords: «pancreatic cystic lesion», «pancreatic cystadenoma», «intraductal papillary mucinous neoplasm», «perfusion computed tomography of the pancreas», and «pancreatic radiomics». 44 publications were selected for analysis.

RESULTS: Advanced diagnostic methods have increased the potential accuracy in assessing pancreatic cystic lesions, but differentiating their subtypes and detecting signs of malignancy remain challenging tasks. Existing clinical guidelines are characterized by variability and inconsistency regarding diagnosis and monitoring, highlighting the need for standardizing approaches to managing patients with pancreatic cystic lesions and the implementation of new diagnostic methods.

DISCUSSION: Analysis of the available literature demonstrates that the similarity of radiological features among pancreatic cystic neoplasms complicates their accurate differentiation. Conventional imaging methods and endoscopic ultrasound-guided fine-needle aspiration (EUS-FNA) are limited by low reproducibility of morphological criteria and insufficient cytological material, particularly in small cysts, highlighting the need for the implementation of novel diagnostic approaches. Quantitative imaging methods capable of assessing tissue characteristics and microcirculation, including dual-energy and perfusion CT, as well as radiomics, which enables statistical analysis of texture features and improves the accuracy of preoperative diagnosis, appear particularly promising.

CONCLUSION: The integration of quantitative imaging methods, including radiomics, may enhance the accuracy of characterizing pancreatic cystic lesions and facilitate the selection of optimal patient management strategies, especially in cases with a high risk of malignancy and recurrence. Further studies on large cohort populations are required to standardize the implementation of these technologies in clinical practice.

KEYWORDS: pancreatic cystic lesion, pancreatic cystadenoma, intraductal papillary mucinous neoplasm, pancreatic CT perfusion, pancreatic radiomics

**For correspondence: Daria A. Artemyeva, e-mail: darkushnerova@gmail.com*

For citation: Artemyeva D.A., Kashchenko V.A., Savelyeva T.V. Radiological technologies in the diagnosis of pancreatic cystic neoplasms: a review // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2025. Vol. 16, No. 3. P. 27–36, <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2025-16-3-27-36>.

Введение. Кистозные образования поджелудочной железы (ПЖ) охватывают спектр от доброкачественных изменений до злокачественных заболеваний и разделяются на две большие группы: неопластические и неопластические (табл. 1) [1, 2].

Широкая доступность и совершенствование методов лучевой диагностики повышают выявляемость

чия потенциала малигнизации, что является предвестником развития аденокарциномы и представляет собой актуальную проблему в изучении и ведении пациентов с данным диагнозом.

Согласно оценкам Американской гастроэнтерологической ассоциации, средняя частота встречаемости злокачественного течения кистозных образований

Таблица 1

Классификация кист поджелудочной железы

Table 1

Classification of pancreatic cysts

Группы	Виды		
Не неопластические	Псевдокисты		
	Простые (врожденные)		
Неопластические	Ретенционные (приобретенные)		
	Муцинозные	Немуцинозные	Другие
	Муцинозная кистозная неоплазия (MCN)	Серозная кистозная неоплазия (SCN)	Протоковая аденокарцинома с кистозной трансформацией
	Внутрипротоковая папиллярная муцинозная неоплазия (IPMN)	Солидная-папиллярная неоплазия (SPN) Кистозная нейроэндокринная неоплазия	

кист ПЖ, от 8 до 50% кистозных образований ПЖ являются случайными находками (инциденталомиями) [3, 4]. По данным V. Chernyak и соавт., инцидентные панкреатические кисты ассоциированы с повышенным риском летальности [5] за счет нали-

ПЖ составляет менее 0,01%, хотя она увеличивается до 0,21% при размере кист более 2 см [6]. Также известно, что муцинозные кисты ПЖ имеют наибольший потенциал малигнизации (до 15%) и являются предшественниками протоковой адено-

карциномы ПЖ (ПАК ПЖ) [7]. Общемировой показатель пятилетней выживаемости у пациентов с ПАК ПЖ в 2022 г. составил приблизительно 6,7% [8].

Хотя осознание возможного злокачественного потенциала является показанием к хирургической резекции ПЖ, сама операция несет серьезные риски: летальности до 2,1%, осложнений — до 30% [6, 9, 10]. Таким образом, ведение кистозных образований ПЖ носит селективный подход: наблюдение за доброкачественными кистами или хирургическое лечение при высоком риске дисплазии, что важно для увеличения 5-летней выживаемости пациентов.

Несмотря на развитие технологии визуализации, диагностика кистозных опухолей, особенно небольших размеров, остается актуальной проблемой. Результаты морфологического исследования не подтверждают признаки малигнизации в 25% случаев, а до 78% муцинозных кист, подозреваемых как злокачественные, оказываются доброкачественными [11]. И поэтому поиск новых и совершенствование существующих методов визуализации кист ПЖ является приоритетной задачей на сегодняшний день.

В настоящем обзоре мы рассмотрели основные сложности в оценке кистозных образований, возможности методов визуализации кистозных неоплазий ПЖ.

Цель. Уточнение диагностической точности различных лучевых методов в выявлении и дифференцировке кистозных образований поджелудочной железы, а также оценка их ограничений на основе анализа данных международной литературы.

Материалы и методы. Проведен поиск научных публикаций в информационно-аналитической системе Google Scholar за период 2009–2024 гг. по ключевым словам: «pancreatic cystic lesion» (кистозное образование ПЖ), «pancreatic cystadenoma» (цистаденома ПЖ), «intraductal papillary mucinous neoplasm» (внутрипротоковая папиллярная муцинозная опухоль), «perfusion CT of the pancreas» (перфузионная компьютерная томография ПЖ), «pancreatic radiomics» (радиомика ПЖ). Для анализа было отобрано 44 публикации.

Результаты. Современные методы визуализации, такие как мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), эндоскопическое ультразвуковое исследование (ЭУС) с применением аспирационной пункции (ТАП), позволяют выявлять кистозные неоплазии ПЖ на ранних стадиях до момента появления признаков малигнизации, что особенно важно ввиду позднего метастазирования аденокарциномы ПЖ [12], что открывает большие возможности для хирургического вмешательства на ранней и, следовательно, потенциально излечимой стадии. Однако дифференциация кистозных образований от инвазивной аденокарциномы остается сложной задачей.

Таким образом, в целях унификации и повышения эффективности подходов к лечению пациентов с кистозными образованиями ПЖ был разработан ряд

международных рекомендаций, демонстрирующих определенные несогласованности в стратификации риска и прогнозировании малигнизации [6, 13–15].

Крупным достижением в этой области являлась разработка руководств по ведению пациентов с кистозными образованиями ПЖ, основанных на фактических данных, консенсус Международной ассоциации панкреатологов (МАП) на встрече в Сендае, в 2006 г., которые позже были усовершенствованы в критерии Fukuoka (2012, 2017 гг.), включающие в себя две категории признаков малигнизации: «стигматы высокого риска» и «тревожные признаки», для определения тактики лечения IPMN [13]. Важно отметить, что критерии Fukuoka не применяются к другим гистологическим подтипам кист ПЖ.

Хотя рекомендации Сендай чрезвычайно полезны, однако они основаны на косвенных измерениях риска: размер кисты и диаметр главного панкреатического протока (ГПП), имеющие ограничения в чувствительности и специфичности по результатам некоторых исследований.

Так, по данным ретроспективного анализа Fernández-del Castillo и соавт., включающего 86 пациентов с кистами ПЖ размером менее 2 см, обнаружили пограничную злокачественность в 20% [16], в то время как в двух других исследованиях не подтвердили эту связь [17]. В отношении дилатации ГПП также отмечаются разногласия, например, как дифференцировать IPMN ветвей боковых протоков с тревожным признаком от более агрессивного IPMN смешанного типа или как отличить дилатацию ГПП, вызванную прямым поражением опухоли, от протоковой гипертензии, вторичной по отношению к муцину [18]. Таким образом, для оптимального ведения отдельных пациентов необходимы более надежные биомаркеры, чем те, которые используются в Сендайских рекомендациях.

Однако в 2017 г. Американская коллегия радиологии обновила рекомендации по ведению кист ПЖ [19], сделав акцент на стандартизированных измерениях размеров кист и их динамики, для определения частоты мониторинга и выбор радикальных лечебных стратегий. Стандартизация параметров измерения опухолевых образований, в частности, применение критериев RECIST, улучшает согласованность в оценке роста опухолей и оптимизирует стратегию лечения [14]. В данном документе также рассматривается необходимость расценивать все кисты ПЖ как потенциально муцинозные до получения убедительных доказательств обратного (табл. 2).

Пересмотр Европейских рекомендаций в 2018 г. привел к расширению списка абсолютных показаний, требующих обязательного хирургического вмешательства.

В 2019 г. Всемирная организация гастроэнтерологов опубликовала обновленные «Глобальные практические рекомендации по ведению кист поджелудочной железы» [20], предложив современные

Таблица 2

Сравнительный анализ ключевых стратегий диагностики кистозных образований поджелудочной железы в международных руководствах

Table 2

Comparative analysis of key diagnostic strategies for pancreatic cystic lesions in international guidelines

Показатель	Европейское руководство (2018)	Международная Ассоциация панкреатологов (Fukuoka) (2017)	Американский колледж радиологии (2017)	Американская гастроэнтерологическая ассоциация (2015)
Размер кисты	В зависимости от типа кисты относительные или абсолютные показания: ≥ 4 см	Тревожный признак: ≥ 3 см	Тревожный признак: ≥ 3 см	Признак высокого риска: ≥ 3 см
Диаметр главного панкреатического протока	Относительный показатель: 5–9,9 мм. Абсолютный показатель: ≥ 10 мм	Тревожный признак: 5–9,9 мм. Признак высокого риска: ≥ 10 мм	Тревожный признак: ≥ 7 мм. Признак высокого риска: ≥ 10 мм	Признак высокого риска, отсутствуют количественные показатели диаметра ГПП

подходы к диагностике, наблюдению и лечению, которые ограничиваются 5 годами при стабильном состоянии кисты [15, 21] (табл. 3).

В большинстве научных сообществ, при оценке риска малигнизации кистозных образований ПЖ, ключевыми факторами являются [13, 19, 22]:

1) *размеры образования*: образования, превышающие 3–4 см в диаметре;

2) *наличие солидного компонента*: солидный компонент внутри кисты от 5 мм и более;

3) *диаметр главного панкреатического протока (ГПП)*: расширение ГПП > 10 мм;

4) *скорость роста*: быстрый рост образования, от 5 мм за 1–2 года.

Анализ текущей литературы демонстрирует отсутствие единого стандартизированного подхода к ведению кистозных неоплазий ПЖ. Данная ситуация диктует необходимость проведения дальнейших исследований для стандартизации подходов к ведению пациентов с кистозными образованиями ПЖ и оптимизации лучевых методов диагностики [19, 22, 23]. На сегодняшний день большинство кистозных образований ПЖ обнаруживаются и описываются с использованием основных методов визуализации — МСКТ, МРТ/МРХПГ, ЭУС-ТАП, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. МСКТ ПЖ позволяет обнаруживать кисты размером всего в несколько миллиметров и детально оценивать протоковую систему [24]. Преимущества МСКТ заключаются в широкой доступности, высоком пространственном разрешении, относительно коротком времени выполнения и возможности выявления микрокальцинатов [25].

МРТ превосходит МСКТ в чувствительности и точности характеристики кистозных образований ПЖ [25, 26], особенно в визуализации жидкости, перегородок, узелков и связи кист с протоковой системой [26]. Преимуществами МРТ являются отсутствие лучевой нагрузки и возможность повторных обследований.

Обсуждение. По данным литературных источников показатели диагностической точности КТ и МРТ в оценке кистозных образований ПЖ различны, так,

в мета-анализе I. Claudia и соавт. КТ демонстрирует меньшую точность в распознавании кист ПЖ (чувствительность 36,3–71,4%, специфичность 63,9–100%, но с точностью для конкретного диагноза 39,0–44,7%), чем МРТ (чувствительность 91,4–100%, специфичность 89,7% при выявлении IPMN) [27].

Перспективным методом в настоящий момент времени в диагностике кистозных неоплазий ПЖ стала ЭУС-ТАП, позволяющая детально визуализировать их внутреннюю структуру, дифференцировать муцинозные и серозные образования и оценивать риск малигнизации. Так, в исследовании M. B. Pitman и соавт. чувствительность цитологической диагностики кистозных поражений ПЖ варьирует от 23% до 100%, а специфичность — от 71% до 100% [28].

Один из факторов, ограничивающих чувствительность цитологического анализа кисты, связан с недостатком клеточного материала, особенно при малых размерах кист.

В настоящее время дифференциальная диагностика кистозных образований ПЖ основывается на анализе их морфологических особенностей, выявляемых при МСКТ, МРТ и ЭУС, включающих следующие показатели: размер, локализация, количество кист, характеристика плотности содержимого, наличие солидных компонентов, пристеночных узелков, перегородок, центрального рубца, толщина стенки, наличие кальцинатов и связь с ГПП, расширение ГПП [29] (табл. 4).

Согласно критериям Fukuoka и Американского общества гастроэнтерологов существует ряд диагностических признаков (толстая/неровная стенка, солидный узел, кальцинаты, расширение ГПП), ассоциированных со злокачественными или потенциально злокачественными кистами ПЖ [30–33], в то время как доброкачественные кисты характеризуются тонкой стенкой, дольчатой формой и отсутствием солидных компонентов [34]. Однако из-за схожей картины при визуализации дифференциальная диагностика затруднена, особенно дифференциация макрокистозных MCN от макрокистозных SCN и IPMN 2-го типа, а также нейроэндокринных новообразований (PNEN) с кистозным компонентом от других кист [29, 35].

Таблица 3

**Сравнительный анализ ключевых стратегий ведения кистозных образований поджелудочной железы
в международных руководствах [15]**

Table 3

Comparative analysis of key management strategies for pancreatic cystic lesions in international guidelines [15]

Методические рекомендации	Год	Доказательная база	Тип кистозного новообразования	Относительное показание к операции	Абсолютные показания к операции	Тотальная панкреатэктомия
Европейское руководство	2018	Есть	IPMN MCN PNEN SPN	Скорость роста ≥ 5 мм/год. Повышение уровня СА 19–9 в сыворотке крови (>37 ЕД/мл). Расширение ГПП до 5–9,9 мм. IPMN и MCN ≥ 40 мм. Усиление пристеночного узла <5 мм. Впервые возникший сахарный диабет. Острый панкреатит (вызванный IPMN)	Положительная цитология (злокачественное новообразование). Солидный компонент. ГПП ≥ 10 мм. Усиление пристеночных узелков размером ≥ 5 мм. Желтуха	Расширение ГПП + наличие пристеночного солидного узла. Учитывать пациентов с повышенным риском малигнизации
Международная Ассоциация панкреатологов (Fukuoka)	2017	Нет	IPMN	«Тревожные признаки»: скорость роста >5 мм/2 года; повышенный уровень СА 19–9 в сыворотке крови; расширение ГПП до 5–9 мм; Диаметр кисты >30 мм Усиление пристеночного узла <5 мм — утолщенные/увеличенные стенки кисты — резкое изменение калибра ГПП с дистальной атрофией ПЖ — лимфаденопатия — панкреатит	«Стигматы высокого риска»: усиление пристеночного узла >5 мм; расширение ГПП >10 мм; желтуха	Выборочно у более молодых пациентов. Порог, возможно, следует снизить у пациентов с семейным анамнезом аденокарциномы ПЖ
Американская Гастроэнтерологическая Ассоциация	2015	Есть	Бессимптомный IPMN MCN	—	— ГПП ≥ 5 мм + солидный компонент или цитология положительна на злокачественное новообразование	—

*SCN — серозная цистаденома; SPN — солидно-псевдопапиллярное образование; MCN — муцинозная цистаденома; IPMN — внутри-протоковое папиллярное муцинозное новообразование; PNEN — кистозное нейроэндокринное образование.

*SCN — serous cystadenoma; SPN — solid pseudopapillary formation; MCN — mucinous cystadenoma; IPMN — intraductal papillary mucinous neoplasm; PNEN — cystic neuroendocrine formation.

Оценка признаков малигнизации кист ПЖ, несмотря на возможности перечисленных методов диагностики, до сих пор остается сложной задачей. Так, например, на фоне IPMN инвазивная карцинома не всегда проявляется типичным солидным узлом [29,

36], а точность визуализации малых солидных узелков (<5 мм) ограничена, по данным стандартных исследований. Ограниченное количество цитологического материала и разнородность степени дисплазии снижают точность предоперационной диагностики.

Таблица 4

Морфологические признаки подтипов кистозных новообразований поджелудочной железы [29]

Table 4

Morphological features of subtypes of pancreatic cystic neoplasms [29]

Признаки	Виды подгрупп					
	SCN		SPN	MCN	IPMN	
	макрокистозный тип	микрокистозный тип			1-й тип	2-й тип
Морфологические характеристики	Олигоцистная киста, с одной или двумя неполными перегородками	Множество кистозных локусов до 2 см, с тонкими перегородками в структуре	Олигоцистная, с солидным и кистозным компонентами в структуре	Олигоцистная, внутри которой располагаются несколько кистозных полостей (киста в кисте) >2 см, разделенных полными или неполными перегородками	Расширение ГПП	Олигоцистная, состоит из нескольких отдельных полостей, расположенных рядом друг с другом («гроздь винограда»)
Локализация	Головка, тело и хвост		Головка Редко головка	Тело и хвост	—	Головка
Количество образований	Унилокулярно	Мультилокулярно	Унилокулярно	Унилокулярно, мультилокулярно	Иногда мультилокулярно	Унилокулярно
Характер содержимого	Серозное		Геморрагическое	Муцинозное, редко с геморрагическим компонентом	Муцинозное	
Стенка	Тонкая		Толстая	Толстая	Тонкая	
Связь с ГПП	—		—	—	+	
Расширение ГПП	Редко расширен		Не расширен	Не расширен	Расширен	Не расширен
Наличие признаков кальцификации	Есть	Редко	Есть	Есть	Редко	Редко
Морфология кальцинатов	Центральная локализация, формирование «звездчатого рубца»	—	Периферическая локализация, фрагментарные	Локализация по периферии	—	
Наличие солидного узла, потенциал малигнизации	—		+	+	+	
Морфология солидного узла	—		Интракапсулярный узел	Интракапсулярный узел. Экстракапсулярный узел	Интракапсулярный узел	

*SCN — серозная цистаденома; SPN — солидно-псевдопапиллярное образование; MCN — муцинозная цистаденома; IPMN — внутри-протоковое папиллярное муцинозное новообразование.

*SCN — serous cystadenoma; SPN — solid pseudopapillary formation; MCN — mucinous cystadenoma; IPMN — intraductal papillary mucinous neoplasm.

Для решения данных задач на сегодняшний день рассматриваются новые и перспективные направления неинвазивной лучевой диагностики.

Одним из этих направлений является двухэнергетическая КТ (DECT), представляющая собой технологию, позволяющую получать количественную информацию о химическом составе тканей путем анализа коэффициентов ослабления сигнала на двух энергетических уровнях сканирования.

DECT количественно оценивает поглощение энергии тканями, предоставляя параметры концентрации йода (IC, NIC), воды (WC) и наклона спектрального затухания (HU), что позволяет лучше диагностировать заболевание, оценивать тяжесть состояния и классифицировать патологии. DECT также позволяет создавать виртуальные неконтрастные (VNC), моноэнергетические (VM) изображения и йодные карты, независимо от метода постобработки.

В опубликованных работах о диагностическом потенциале DECT при кистозных новообразованиях ПЖ фокусируются на дифференцировке серозных и муцинозных кист, что важно для выбора тактики лечения. Так, исследование G. Elizabeth и соавт. показало, что высокое ослабление артериальной фазы (более 35,7 HU) и плотность йода (более 0,325 мг/мл) при DECT указывают на муцинозную кисту, дополняя традиционные данные о размере и локализации [37].

Также DECT за счет количественного определения йода дает информацию о признаках злокачественной трансформации, таких как наличие пристеночного солидного узла.

Малоизученным и эффективным методом в оценке злокачественного потенциала кистозных неоплазий является перфузионная КТ (ПКТ). Метод основан на оценке тканевой перфузии поджелудочной железы (ПЖ) по параметрам: объем (BV) и скорость (BF) кровотока, время достижения максимальной плотности (TTP), среднее время прохождения (MTT) и скорость возрастания (MSI) плотности контрастного вещества (КВ) в тканях, проницаемость капилляров (PS).

Анализ изменений плотности КВ во времени, с помощью математических алгоритмов, позволяет автоматически оценить микроциркуляцию и состояние интерстиция ПЖ. Результаты представляются в виде числовых значений показателей перфузии, графиков «время-плотность» и цветных параметрических карт, которые помогают выявить изменения кровотока, связанные с воспалением, предраковыми состояниями и злокачественными опухолями ПЖ, а также оценить функциональное состояние железы [38–41].

Вариации количественных параметров перфузии обеспечивают дифференцировку микрокистозной SCN от аденокарциномы ПЖ, что достаточно затруднительно при выполнении стандартного протокола КТ.

Оценке перфузии при кистозных неоплазиях ПЖ посвящено ограниченное число работ, как отечественных [42], так и зарубежных. Авторы указывают на отсутствие единого протокола сканирования, связанного с разнообразием математических моделей обработки данных у разных производителей, затрудняющих стандартизацию оценки перфузии.

В связи с этим необходимы дальнейшие исследования с участием более крупных когорт пациентов для унификации метода [42].

Перспективным направлением также является радиомика. Радиомика (количественная обработка изображений) предполагает извлечение большого количества характеристик из DICOM-изображений и их преобразование в «большие данные». Концепция, лежащая в основе, заключается в количественной оценке структуры опухоли на основании распределения пикселей и вокселей серого в изображении [43]. Анализ осуществляется из текстурных показателей, формируемых на основе МСКТ, МРТ

и ПЭТ-КТ, что делает возможным оценку тех параметров, суждение о которых невозможно по данным стандартных методов лучевой диагностики.

Первичным этапом анализа является сегментация КТ/МРТ-изображений, заключающаяся в оконтуривании областей интереса (ROI), с последующей автоматизированной экстракцией текстурных признаков.

Следующим этапом является получение текстурных признаков (гладкость, грубость, регулярность), отражающих распределение пикселей в ROI.

После извлечения признаков проводится их статистическая обработка: нормализация, рандомизация и сокращение количества признаков для предотвращения переобучения модели. Эффективность модели оценивается по площади под кривой, точности, чувствительности, специфичности и прогностической ценности [43].

В зарубежной литературе работы посвящены дифференцировке серозных и муцинозных кистаденом ПЖ. W. Rap и соавт. в мета-анализе ретроспективных исследований (260 пациентов) выявили 409 радиомических признаков, позволяющих дифференцировать солидно-псевдопапиллярное образование (SPN) от других подтипов кист ПЖ. Радиомическая модель показала AUC (Area Under the ROC Curve) 0,84, чувствительность 67% и специфичность 82% [44]. Другое исследование подтвердило превосходство радиомики (AUC 0,99) над стандартным исследованием (AUC 0,77) в предоперационной дифференцировке макрокистозных SCN и MCN [38].

Однако вопросы дифференциации эпителиальных и неэпителиальных опухолей, а также стандартизации протоколов сегментации изображений остаются открытыми.

И все же, невзирая на достижения радиомики в дифференцировке кистозных образований ПЖ, массовое применение данного метода в РФ на сегодняшний день остается ограниченным.

Заключение. Диагностика кистозных опухолей, особенно небольших размеров, остается актуальной проблемой, несмотря на развитие технологий визуализации.

Существует несколько причин, почему диагностическая точность отстает от технических достижений методов визуализации. Во-первых, многие кистозные образования ПЖ имеют перекрывающиеся и неспецифические характеристики на макроскопическом уровне. Во-вторых, методы визуализации ограничены в дифференцировке кистозных образований на микроскопическом уровне, что важно для определения прогноза (например, для разграничения диспластического эпителия от нормального). В-третьих, на точность диагностики влияет квалификация специалистов и их ознакомление с различными диагностическими аспектами кистозных образований ПЖ. Это может быть одним из объяснений разброса значений диагностической точности в постановке верного диагноза.

Высокий риск потенциала малигнизации и рецидива разных подтипов кистозных неоплазий ПЖ, а также ограничения существующих методов визуа-

лизации, требуют внедрения новых диагностических инструментов, таких как двухэнергетическая КТ, перфузионная КТ и радиомика.

Сведения об авторах:

Артемьева Дарья Анатольевна — аспирант кафедры лучевой диагностики научно-клинического и образовательного центра «Лучевая диагностика и ядерная медицина» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики государственного бюджетного учреждения здравоохранения города Москвы «Московский многопрофильный клинический центр „Коммунарка“»; 142770, Москва, ул. Сосенский Стан, д. 8; e-mail: dar-kushnerova@gmail.com; ORCID 0000–0003–1500–2087;

Кащенко Виктор Анатольевич — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой факультетской хирургии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; заместитель главного врача по хирургии клиники высоких технологий «Белоостров»; 188652: Санкт-Петербург, Ленинградская область, с.п. Южковское, зд. 1, к. 1; e-mail: surg122@yandex.ru; ORCID 0000–0002–4958–5850;

Савельева Татьяна Вячеславовна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры рентгенологии и радиационной медицины федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П.Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8; врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики клиники высоких медицинских технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, наб. реки Фонтанки, д. 154; e-mail: taleon76@yandex.ru; ORCID 0000–0002–2846–4056.

Information about the authors:

Darya A. Artemyeva — postgraduate student of the Department of Radiation Diagnostics of the Scientific, Clinical and Educational Center «Radiation Diagnostics and Nuclear Medicine» of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint Petersburg State University»; 199034, Saint Petersburg, Universitetskaya nab., 7–9; radiologist of the Department of Radiation Diagnostics of the Moscow Multidisciplinary Clinical Center «Kommunarka»; 142770, Moscow, Sosensky Stan st., 8; e-mail: darkushnerova@gmail.com; ORCID 0000–0003–1500–2087;

Viktor A. Kashchenko — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Faculty Surgery of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint Petersburg State University»; 199034, Saint Petersburg, Universitetskaya nab., 7–9; Deputy Chief Physician for Surgery, Beloostrov High-Tech Clinic; 188652: Saint Petersburg, Leningrad Region, rural settlement Yukkovskoye, bldg. 1, office 1; e-mail: surg122@yandex.ru; ORCID 0000–0002–4958–5850;

Tatyana V. Savelyeva — Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Roentgenology and Radiation Medicine, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «First Saint Petersburg State Medical University named after Academician I.P. Pavlov» of the Ministry of Health of the Russian Federation; 197022, Saint Petersburg, Leo Tolstoy str., 6–8; Radiologist, Department of Radiology, Clinic of High Medical Technologies, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint Petersburg State University»; 199034, Saint Petersburg, Fontanka River Embankment, 154; e-mail: taleon76@yandex.ru; ORCID 0000–0002–2846–4056.

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: вклад в концепцию и план исследования — *В.А.Кащенко*; сбор и анализ данных — *Д.А.Артемьева, В.А.Кащенко, Т.В.Савельева*; подготовка рукописи — *Д.А.Артемьева*.

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 — *DAA, VAK*; aided in the concept and plan of the study — *VAK*; data analysis and conclusion — *DAA, TVS, VAK*; preparation of the manuscript — *DAA*.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure: the authors declare that they have no competing interests.

Поступила/Received: 06.08.2024

Принята к печати/Accepted: 29.08.2025

Опубликована/Published: 29.09.2025

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Lee L.S. Diagnostic approach to pancreatic cysts // *Current Opinion in Gastroenterology*. 2014. Vol. 30. P. 511–517. doi: 10.1097/MOG.0000000000000098.
2. Goh B.K., Tan Y.M., Tan P.H., Ooi L.L. Mucinous nonneoplastic cyst of the pancreas: a truly novel pathological entity? // *World Journal of Gastroenterology*. 2005. Vol. 11. P. 2045–2047. doi: 10.3748/wjg.v11.i13.2045.
3. Zerboni G., Signoretti M., Crippa S. et al. Systematic review and meta-analysis: Prevalence of incidentally detected pancreatic cystic lesions in asymptomatic individuals // *Pancreatology*. 2019. Vol. 19, No. 1. P. 2–9. doi: 10.1016/j.pan.2018.11.014.
4. Valsangkar N.P., Morales-Oyarvide V., Thayer S.P. et al. 851 resected cystic tumors of the pancreas: a 33-year experience at the Massachusetts General Hospital // *Surgery*. 2012. Vol. 152, No. 3, Suppl. 1. P. 4–12. doi: 10.1016/j.surg.2012.05.033.
5. Chernyak V., Flusberg M., Haramati L.B. et al. Incidental Pancreatic Cystic Lesions: Is There a Relationship with the Development of Pancreatic Adenocarcinoma and All-Cause Mortality? // *Radiology*. 2015. Vol. 274, No. 1. P. 161–169. doi: 10.1148/radiol.14140796.

6. Scheiman J.M., Hwang J.H., Moayyedi P. American Gastroenterological Association Technical Review on the Diagnosis and Management of Asymptomatic Neoplastic Pancreatic Cysts // *Gastroenterology*. 2015. Vol. 148, No. 4. P. 824–848.e22. doi: 10.1053/j.gastro.2015.01.014.
7. Singhi A.D., Koay E.J., Chari S.T., Maitra A. Early Detection of Pancreatic Cancer: Opportunities and Challenges // *Gastroenterology*. 2019. Vol. 156, No. 7. P. 2024–2040. doi: 10.1053/j.gastro.2019.01.259.
8. Latenstein A.E.J., van der Geest L.G., Bonsing B.A. et al. Nationwide trends in incidence, treatment and survival of pancreatic ductal adenocarcinoma // *European Journal of Cancer*. 2020. Vol. 125. P. 83–93. doi: 10.1016/j.ejca.2019.11.002.
9. Birkmeyer J.D., Finlayson S.R., Tosteson A.N. et al. Effect of hospital volume on in-hospital mortality with pancreaticoduodenectomy // *Surgery*. 1999. Vol. 125, No. 3. P. 250–256. doi: 10.1067/msy.1999.96257.
10. Birkmeyer J.D., Warshaw A.L., Finlayson S.R. et al. Relationship between hospital volume and late survival after pancreaticoduodenectomy // *Surgery*. 1999. Vol. 126, No. 2. P. 178–183.
11. Springer S., Masica D.L., Dal Molin M. et al. A multimodality test to guide the management of patients with a pancreatic cyst // *Science Translational Medicine*. 2019. Vol. 11, No. 501. doi: 10.1126/scitranslmed.aav4772.
12. Wang S., Zheng Y., Yang F. et al. The molecular biology of pancreatic adenocarcinoma: translational challenges and clinical perspectives // *Signal Transduction and Targeted Therapy*. 2021. Vol. 6. 249. doi: 10.1038/s41392-021-00659-4.
13. Tanaka M., Fernández-del Castillo C., Kamisawa T. et al. Revisions of international consensus Fukuoka guidelines for the management of IPMN of the pancreas // *Pancreatology*. 2017. Vol. 17, No. 5. P. 738–753. doi: 10.1016/j.pan.2017.07.007.
14. Dunn D.P., Brook O.R., Brook A. et al. Measurement of pancreatic cystic lesions on magnetic resonance imaging: efficacy of standards in reducing inter-observer variability // *Abdominal Radiology*. 2016. Vol. 41, No. 3. P. 500–507. doi: 10.1007/s00261-015-0588-4.
15. Scholten L., van Huijgevoort N.C.M., van Hooft J.E., Besselink M.G., Del Chiaro M. Pancreatic Cystic Neoplasms: Different Types, Different Management, New Guidelines // *Visceral Medicine*. 2018. Vol. 34. P. 173–177. doi: 10.1159/000489641.
16. Fernández-del Castillo C., Targarona J., Thayer S.P. et al. Incidental pancreatic cysts: clinicopathologic characteristics and comparison with symptomatic patients // *Archives of Surgery*. 2003. Vol. 138, No. 4. P. 427–434. doi: 10.1001/archsurg.138.4.427.
17. Schmidt C.M., White P.B., Waters J.A. et al. Intraductal papillary mucinous neoplasms: predictors of malignant and invasive pathology // *Annals of Surgery*. 2007. Vol. 246, No. 4. P. 644–651. doi: 10.1097/SLA.0b013e318155a9e5.
18. Mandeep S. et al. International Consensus Guidelines for Surgical Resection of Mucinous Neoplasms Cannot Be Applied to All Cystic Lesions of the Pancreas // *Clinical Gastroenterology and Hepatology*. 2009. Vol. 7, No. 12. P. 1373–1376. doi: 10.1016/j.cgh.2009.06.026.
19. Megibow A.J., Baker M.E., Morgan D.E. et al. Management of incidental pancreatic cysts: a white paper of the ACR Incidental Findings Committee // *Journal of the American College of Radiology*. 2017. Vol. 14, No. 7. P. 911–923. doi: 10.1016/j.jacr.2017.03.010.
20. World Gastroenterology Organisation. Global Guideline Pancreatic Cystic Lesions. March 2019. URL: <https://www.worldgastroenterology.org>.
21. Vege S.S., Ziring B., Jain R., Moayyedi P. American Gastroenterology Association Institute guideline on the diagnosis and management of asymptomatic neoplastic pancreatic cysts // *Gastroenterology*. 2015. Vol. 148, No. 4. P. 819–822. doi: 10.1053/j.gastro.2015.01.015.
22. European Study Group on Cystic Tumours of the Pancreas. European evidence-based guidelines on pancreatic cystic neoplasms // *Gut*. 2018. Vol. 67, No. 5. P. 789–804. doi: 10.1136/gutjnl-2018-316027.
23. Takakura K., Torisu Y., Kinoshita Y. et al. An Appraisal of Current Guidelines for Managing Malignancy in Pancreatic Intraductal Papillary Mucinous Neoplasm // *Journal of the Pancreas*. 2018. Vol. 19, No. 4. P. 178–182. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6327957/>
24. Scheiman J.M. Pancreatic Cysts — Part 1: Using the American Gastroenterological Association Guidelines for the Management of Pancreatic Cysts-A Practical Approach // *Pancreas*. 2017. Vol. 46, No. 6. P. 742–744. doi: 10.1097/MPA.0000000000000832.
25. Pitman M.B., Yeager K.A., Brugge W.R., Mino-Kenudson M. Prospective analysis of atypical epithelial cells as a high-risk cytologic feature for malignancy in pancreatic cysts // *Cancer Cytopathology*. 2013. Vol. 121, No. 1. P. 29–36. doi: 10.1002/ency.21242.
26. Barral M., Soyer P., Dohan A. et al. Magnetic resonance imaging of cystic pancreatic lesions in adults: an update in current diagnostic features and management // *Abdominal Imaging*. 2014. Vol. 39, No. 1. P. 48–65. doi: 10.1007/s00261-013-0048-y.
27. Boot C. A review of pancreatic cyst fluid analysis in the differential diagnosis of pancreatic cyst lesions // *Annals of Clinical Biochemistry*. 2014. Vol. 51, Pt. 2. P. 151–166. doi: 10.1177/0004563213503819.
28. Ishigami K., Nishie A., Mochidome N. et al. Mucinous nonneoplastic cyst of the pancreas: CT and MRI appearances // *Abdominal Radiology*. 2017. Vol. 42, No. 12. P. 2827–2834. doi: 10.1007/s00261-017-1204-6.
29. Коваленко А.А., Кармазановский Г.Г. Предпосылки для использования текстурного анализа в дифференциальной диагностике кистозных образований поджелудочной железы: критическая оценка опубликованных метаанализов и рекомендаций международных сообществ // *Лучевая диагностика и терапия*. 2023. Т. 14, № 3. С. 27–38. Kovalenko A.A., Karmazanovsky G.G. Prerequisites for using texture analysis in the differential diagnosis of pancreatic cystic formations: critical appraisal of published meta-analyses and recommendations of international communities. *Diagnostic Radiology and Radiotherapy*, 2023, Vol. 14, No. 3, pp. 27–38 (In Russ.). doi: 10.22328/2079-5343-2023-14-3-27-38.
30. Freeny P.C., Saunders M.D. Moving beyond morphology: new insights into the characterization and management of cystic pancreatic lesions // *Radiology*. 2014. Vol. 272, No. 2. P. 345–363. doi: 10.1148/radiol.14131126.
31. Ganesan D.M., Paulson E., Tamm E.P. et al. Solid pseudo-papillary tumors of the pancreas: current update // *Abdominal Imaging*. 2013. Vol. 38, No. 6. P. 1373–1382. doi: 10.1007/s00261-013-0015-7.
32. George E., Wortman J.R., Fulwadhva U.P., Uyeda J.W., Sodickson A.D. Dual energy CT applications in pancreatic pathologies // *British Journal of Radiology*. 2017. Vol. 90, No. 1073. 20170411. doi: 10.1259/bjr.20170411.
33. Li C., Lin X., Hui C., Lam K.M., Zhang S. Computer-Aided Diagnosis for Distinguishing Pancreatic Mucinous Cystic Neoplasms from Serosus Oligocystic Adenomas in Spectral CT Images // *Technology in Cancer Research & Treatment*. 2016. Vol. 15, No. 1. P. 44–54. doi: 10.1177/1533034614563013.

34. Xie H., Ma X., Guo X., Zhang X., Wang X. Preoperative differentiation of pancreatic mucinous cystic neoplasm from macrocystic serous cystic adenoma using radiomics: preliminary results and comparison with radiological model // *European Journal of Radiology*. 2020. Vol. 122. 108747. doi: 10.1016/j.ejrad.2019.108747.
35. Anil G., Zhang J., Al-Hamar N.E., Nga M.E. Solid pseudopapillary neoplasm of the pancreas: CT imaging features and radiologic-pathologic correlation // *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2017. Vol. 23, No. 2. P. 94–99. doi: 10.5152/dir.2016.16104.
36. Do R.K.G., Katz S.S., Gollub M.J. et al. Interobserver agreement for detection of malignant features of intraductal papillary mucinous neoplasms of the pancreas on MDCT // *American Journal of Roentgenology*. 2014. Vol. 203, No. 5. P. 973–979. doi: 10.2214/AJR.13.11490.
37. Kim S.H., Lim J.H., Lee W.J., Lim H.K. Macrocystic pancreatic lesions: differentiation of benign from premalignant and malignant cysts by CT // *European Journal of Radiology*. 2009. Vol. 71, No. 1. P. 122–128. doi: 10.1016/j.ejrad.2008.03.012.
38. Нестеров Д.В., Розенгауз Е.В. Динамическая компьютерная томография у больных раком поджелудочной железы. Оценка перфузии в опухоли и в паренхиме железы вне ее // *Медицинская визуализация*. 2014. № 2. С. 68–74. [Nesterov D.V., Rozenhaus E.V. Dynamic computed tomography in patients with pancreatic cancer. Assessment of perfusion in the tumor and in the parenchyma of the gland outside it. *Medical visualization*, 2014, No 2, pp. 68–74. (In Russ.)].
39. Zaboriene I., Barauskas G., Gulbinas A. et al. Dynamic perfusion CT — A promising tool to diagnose pancreatic ductal adenocarcinoma // *Open Medicine*. 2021. Vol. 16, No. 1. P. 284–292. doi: 10.1515/med-2021-0228.
40. Grözinger G., Grözinger A., Horger M. The role of volume perfusion CT in the diagnosis of pathologies of the pancreas // *RoFo*. 2014. Vol. 186, No. 12. P. 1082–1093. doi: 10.1055/s-0034-1384876.
41. Kashchenko V.A., Solonitsyn E.G., Vasyukova E.L., Berko O.M., Bakirov I.I. Differential Diagnosis of Pancreatic Cyst Tumors // *Gastroenterology Medicine & Research*. 2018. Vol. 2, Issue 3. doi: 10.31031/GMR.2018.02.000536.
42. Нерестюк Я.И. КТ-перфузия при опухолях поджелудочной железы // *Медицинская визуализация*. 2015. № 3. С. 57–67. [Nerestyuk Ya.I. CT Perfusion in Pancreatic Tumors. *Medical Imaging*, 2015, No 3, pp. 57–67 (In Russ.)].
43. Machicado J.D., Koay E.J., Krishna S.G. Radiomics for the Diagnosis and Differentiation of Pancreatic Cystic Lesions // *Diagnostics*. 2020. Vol. 10, No. 8. P. 505. doi: 10.3390/diagnostics10070505.
44. Karmazanovsky G., Gruzdev I., Tikhonova V. et al. Computed tomography-based radiomics approach in pancreatic tumors characterization // *La Radiologia Medica*. 2021. Vol. 126. P. 1388–1395. doi: 10.1007/s11547-021-01405-0.

Уважаемые коллеги!



Библиотека журнала «Лучевая диагностика и терапия» пополнилась руководством для врачей, которое предназначено для подготовки врачей — лучевых диагностов и врачей-клиницистов по вопросам современных подходов к получению и анализу лучевых изображений, в соответствии с критериями, принятыми в международной клинической практике, а также требованиями, предъявляемыми к формированию структурированных отчетов. Такой подход обеспечивает повышение качества выполняемых исследований, интерпретации изображений и достоверности заключений, а также способствует улучшению междисциплинарной коммуникации.

Настоящее издание является логическим продолжением руководств для врачей «Современные стандарты анализа лучевых изображений» (2017), «Современные классификации RADS и принципы построения заключения» (2018), «Современные стандарты анализа лучевых изображений и принципы построения заключения» (2019), «Современные стандарты анализа лучевых изображений и алгоритмы построения заключения» (2020–2024).

При его подготовке были использованы материалы, обсуждавшиеся на одноименной Международной ежегодной телеконференции 15 декабря 2024 г. (Санкт-Петербург).

Руководство для врачей «Современные стандарты анализа лучевых изображений и принципы построения заключения. Том IX» может использоваться для подготовки в системе последипломного и дополнительного профессионального образования, а также в системе ОМС и ДМС для контроля качества оказываемой медицинской помощи.

Приобрести книгу можно

по тел.: +7 (812) 956-92-55 и на сайте издательства <https://www.bmoc-spb.ru>.