

УДК 616.37-006.2/-073.75

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2023-14-3-27-38>

ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕКСТУРНОГО АНАЛИЗА В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ КИСТОЗНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ: КРИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОПУБЛИКОВАННЫХ МЕТААНАЛИЗОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ МЕЖДУНАРОДНЫХ СООБЩЕСТВ

¹А. А. Коваленко[✉], ^{1,2}Г. Г. Кармазановский[✉]¹Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А. В. Вишневского, Москва, Россия²Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Москва, Россия

ВВЕДЕНИЕ: Кистозные образования поджелудочной железы (ПЖ) представлены гетерогенной группой доброкачественных и злокачественных изменений, различных по гистологическим, патоморфологическим и прогностическим признакам. Широкое внедрение и совершенствование методов лучевой диагностики повышает выявляемость кист ПЖ. Несмотря на современные диагностические методики, по-прежнему, актуальна и сложна проблема дифференцировки различных подтипов кист и поиска признаков малигнизации.

ЦЕЛЬ: Анализ международных публикаций, посвященных возможностям и трудностям дифференцировки кистозных образований ПЖ методами инвазивной и неинвазивной лучевой диагностики, анализ утвержденных рекомендаций по ведению пациентов с данной патологией, выявление предпосылок для использования текстурного анализа изображений в диагностике кистозных образований ПЖ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: Проведен поиск научных публикаций в информационно-аналитических системах PubMed и Springer за период 2009–2023 гг. по ключевым словам: «pancreatic tumors» (опухоли ПЖ), «pancreatic cyst» (киста ПЖ), «pancreatic cystic lesion» (кистозное образование ПЖ), «pancreatic radiomics» (радиомика ПЖ), «intraductal papillary mucinous neoplasm» (внутрипротоковая папиллярная муцинозная опухоль), «pancreatic cystadenoma» (цистаденома ПЖ). Для анализа было отобрано 49 публикаций.

РЕЗУЛЬТАТЫ: Несмотря на высокий потенциал современных методов неинвазивной диагностики в обнаружении кист ПЖ, до сих пор представляет большую трудность дифференцировка кистозных образований между собой. Существующим на данный момент руководствам недостает специфичности в дифференцировке кистозных образований, что требует поиска новых маркеров. На данный момент оценка потенциала малигнизации кист ПЖ сводится лишь к двум основным критериям — диаметру главного панкреатического протока (ГПП) и наличию васкуляризованного солидного компонента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Схожесть семиотики, ограниченность инвазивных методов диагностики, высокие риски рецидива и потенциала малигнизации при определенных подтипах кистозных неоплазий диктуют необходимость разработки и внедрения в практику новых диагностических методик, которые позволят более прецизионно оценивать структуру образований, точнее стратифицировать риски и отдаленный прогноз. Текстурный анализ изображений является новым и перспективным направлением неинвазивной лучевой диагностики и делает возможным оценку тех структурных параметров образований, суждение о которых невозможно по данным методов лучевой диагностики в их привычном виде, и позволяет в определенной степени нивелировать проблемы традиционного диагностического подхода.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: поджелудочная железа, кистозная опухоль, радиомика

*Для корреспонденции: Коваленко Анастасия Андреевна, e-mail: nastua_kovalenko@mail.ru

Для цитирования: 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, DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2023-14-3-27-38>.

PRECONDITIONS FOR RADIOMICS-BASED APPROACH IN DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF PANCREATIC CYSTIC LESIONS: CRITICAL EVALUATION OF META-ANALYSES AND INTERNATIONAL GUIDELINES

¹Anastasia A. Kovalenko[✉], ^{1,2}Grigory G. Karmazanovsky[✉]

¹A. V. Vishnevsky Medical Research Center of Surgery, Moscow, Russia

²Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

INTRODUCTION: Pancreatic cystic lesions (PCLs) are a heterogeneous group of lesions ranging from benign to malignant with variable histological, pathomorphological and prognostic characteristics. The development and improvement of radiation methods provides a great opportunity to diagnose such neoplasms. However, there are still difficulties in differential diagnosis and prediction malignant potential in pancreatic cyst subtypes due to their similar radiation characteristics.

OBJECTIVE: To determine the diagnostic performance and difficulties of differentiating PCLs by invasive and non-invasive radiological methods. To determine the preconditions for radiomics-based approach in differential diagnosis of pancreatic cystic lesions based on a review and analysis of international guidelines.

MATERIALS AND METHODS: We searched for scientific publications in the PubMed and Springer information and analytical systems for 2009–2023 by keywords: «pancreatic tumors», «pancreatic cyst», «pancreatic cystic lesion», «pancreatic radiomics», «intraductal papillary mucinous neoplasm», «pancreatic cystadenoma». As a result, 49 articles were selected for analysis.

RESULTS: Despite the high potential of modern non-invasive radiation methods in the detection of pancreatic cysts, differentiation of PCLs subtypes is still very difficult. Due to the variability of international guidelines and a lack of their specificity, there is no universal consensus for management PCLs. In this regard, introduction new alternative diagnostic methods and markers is an important direction of research. At the moment, the assessment of the malignant potential of PCLs is comes down to only two main signs — the main pancreatic duct diameter and the vascularized solid component.

CONCLUSION: Currently, common semiotic features, limitations of invasive diagnostic methods and increasing risks of recurrence and malignancy dictate the need to apply new diagnostic approaches to evaluation of PCLs. Searching and introduction new markers will allow us to analyze the lesion structure, to stratify risks and long-term prognosis more accurately. Textural image analysis is a new and promising noninvasive method with high power. This tool plays an important role to estimate those structural parameters which are impossible to judge according to the standard radiologic features, and to offset the problems of traditional diagnostic approach.

KEYWORDS: pancreas, cystic tumor, radiomics

*For correspondence: Anastasia A. Kovalenko, e-mail: nastua_kovalenko@mail.ru

For citation: Kovalenko A.A., Karmazanovsky G.G. Preconditions for radiomics-based approach in differential diagnosis of pancreatic cystic lesions: critical evaluation of meta-analyses and international guidelines // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2023. Vol. 14, No. 3. P. 27–38, DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2023-14-3-27-38>.

Введение. Кистозные образования поджелудочной железы (ПЖ) представлены гетерогенной группой доброкачественных и злокачественных изменений, различных по гистологическим, патоморфологическим и прогностическим признакам. Спектр кистозных образований включает первично кистозные опухоли, кистозные образования неопухолевого происхождения и солидные опухоли с кистозной дегенерацией, и продемонстрирован в табл. 1 [1, 2]. Широкое внедрение и совершенствование методов лучевой диагностики повышает выявляемость кист ПЖ. От 8 до 50% кистозных образований ПЖ являются случайными находками [3, 4].

Несмотря на современные диагностические методики, по-прежнему актуальна и сложна проблема дифференцировки различных подтипов кист. У 17–25% пациентов, перенесших хирургическую резекцию по поводу предполагаемой муцинозной кистозной опухоли, обнаруживают доброкачественную кисту. В 25% случаев по результатам морфологического исследования кистозное образование не имеет

признаков злокачественности. До 78% муцинозных кист не обнаруживают дооперационно предполагаемых участков злокачественного роста [5].

Таким образом, специалисты диагностического профиля сталкиваются с проблемой не только дифференцировки подтипов кист, но и поиска признаков малигнизации. Все это может приводить как к гипо-, так и к гипердиагностике.

Цель. Провести анализ международных публикаций, посвященных возможностям и трудностям дифференцировки кистозных образований ПЖ методами инвазивной и неинвазивной лучевой диагностики, анализ утвержденных рекомендаций по ведению пациентов с данной патологией, выявление предпосылок для использования текстурного анализа изображений в диагностике кистозных образований ПЖ.

Материалы и методы. Проведен поиск научных публикаций в информационно-аналитических системах PubMed и Springer за период 2009–2023 гг. по ключевым словам: «pancreatic tumors» (опухоли ПЖ), «pancreatic cyst» (киста ПЖ), «pan-

Таблица 1

Обобщенная классификация кистозных образований поджелудочной железы в соответствии с патоморфологическим типом

Table 1

Generalized classification of pancreatic cystic lesions according to pathomorphological type

Группа	Представители
Эпителиальные неопластические	Муцинозные — ВПМО — Муцинозная цистаденома Немуцинозные — Серозная цистаденома/цистаденокарцинома — Кистозные НЭО — Ацинарноклеточная карцинома с кистозной дегенерацией — Кистозная форма протоковой АК — СППО — Кистозная гамартома — Кистозная тератома
Эпителиальные не неопластические	— Простая киста — Врожденная киста — Лимфоэпителиальная киста — Простая муцинозная киста — Ретенционная киста — Ацинарная кистозная трансформация
Неэпителиальные неопластические	— Лимфангиома — Саркома
Неэпителиальные не неопластические	— Псевдокиста — Паразитарная киста — Отграниченный некроз

Примечание: НЭО — нейроэндокринные опухоли; АК — аденокарцинома; СППО — солидно-псевдопапиллярная опухоль.

Note: НЭО — neuroendocrine tumors; АК — adenocarcinoma; СППО — solid pseudopapillary neoplasm.

creatic cystic lesion» (кистозное образование ПЖ), «pancreatic radiomics» (радиомика ПЖ), «intraductal papillary mucinous neoplasm» (внутрипротоковая папиллярная муцинозная опухоль), «pancreatic cystadenoma» (цистаденома ПЖ). Для анализа было отобрано 49 публикаций.

Результаты. Рост выявляемости кистозных образований коррелирует с увеличением числа инвазивных вмешательств, порой необоснованных, вплоть до резекционных пособий. Как известно, резекции ПЖ являются одними из самых сложных операций в абдоминальной хирургии и связаны со значительной частотой осложнений, достигающей 50% [6]. Высокий показатель числа резекций условно доброкачественных кистозных образований ПЖ из-за ложноотрицательной оценки потенциала малигнизации (61%) [7]. Точность дооперационной диагностики муцинозной цистаденомы, имеющей наибольший потенциал злокачественного патоморфоза, достоверно ниже по сравнению с точностью предоперационной диагностики немучинозных кист и внутрипротоковой папиллярной муцинозной опухоли (ВПМО) 2-го типа (53,6% против 75%) [7].

Необходимо отметить, что течение большинства кист ПЖ индолентное. Часто симптомными являются муцинозные цистаденомы [8]. В ряде случаев обструкция протока муцином и последующий его разрыв могут вызывать клиническую картину острого панкреатита [9]. Достоверно чаще острый пан-

креатит возникает у пациентов с 1-м и 3-м типами ВПМО [10].

Разные морфологические типы кистозных неоплазий имеют отличный друг от друга потенциал малигнизации — наибольший риск представляют ВПМО 1-го типа и муцинозная цистаденома [11].

В настоящее время с целью стандартизации и оптимизации ведения пациентов с кистозными образованиями ПЖ утвержден целый ряд международных рекомендаций. Сводные данные по стратегическим критериям основных руководств представлены в табл. 2.

Текущие руководящие принципы в оценке стратификации рисков и прогнозирования потенциала злокачественности кист вариabельны и местами противоречивы.

Первые рекомендации по ведению пациентов с кистозными образованиями ПЖ датируются 2006 г. и одобрены на XII съезде Международной ассоциации панкреатологов в г. Сендае, Япония. По итогу пересмотренных Сендайских критериев были утверждены критерии Fukuoka (2012, 2017 гг.) [12]. Тогда же впервые была предпринята попытка стигматизации рисков с выделением двух подкатегорий признаков малигнизации: признаков высокого риска (high-risk stigmata) и тревожных признаков (worrisome features). Следует отметить, что консенсусные критерии Fukuoka разработаны в отношении ВПМО и не распространяются на другие гистологические типы неопластических кист.

Сравнительные данные по стратегическим критериям международных руководств по диагностике и ведению пациентов с кистозными образованиями поджелудочной железы

Таблица 2

Table 2

Overview of pancreatic cystic neoplasm guidelines and recommendations				
Показатели	Международная ассоциация панкреатологов 2017 (IAP 2017)	Американское общество гастроэнтерологов 2015 (AGA 2015)	Европейские рекомендации 2018 (Eutopan 2018)	Американский колледж радиологии 2017 (ACR 2017)
1	2	3	4	5
Перечень образований	ВПМО	Бессимптомные кистозные неоплазии, за исключением СППО, протоковой АК с кистозной дегенерацией, НЭО, ВПМО 1-го типа	Все кистозные неоплазии	Все случайно выявленные кисты
Метод утверждения	Разработано консенсусом экспертной группы на основании обзора литературы	Экспертная группа гастроэнтерологов комитета по клиническим рекомендациям Американской гастроэнтерологической ассоциации	Мультидисциплинарное общество гастроэнтерологов, хирургов, радиологов, онкологов, эндоскопистов и ученых	Мультидисциплинарное общество абдоминальных радиологов, гастроэнтерологов и хирургов-панкреатологов
Стратификация хирургического риска	Признаки высокого риска и тревожные признаки	—	Абсолютные и относительные показания	Признаки высокого риска и тревожные признаки
Показания к хирургическому лечению	Признаки высокого риска Пациенты до 65 лет с ВПМО 2 типа при размере кисты более 2 см	Наличие одновременно солидного компонента и расширенного панкреатического протока и/или тревожных признаков по данным ЭУЗИ и аспирационной биопсии	Относительные при ВПМО — ГПП 5–9 мм, размер кисты ≥ 4 см, рост кисты ≥ 5 мм/год, повышенный уровень СА 19–9 (>37 U/мл), васкуляризованный солидный узел < 5 мм, впервые выявленный диабет, клиническая картина острого панкреатита	—
			Абсолютные при ВПМО: желтуха, васкуляризованный солидный узел ≥ 5 мм, диаметр ГПП ≥ 10 мм, высокая степень дисплазии/карцинома по данным цитологии, ВПМО 1-го и 3-го типа	
			При муцинозных цистаденомах — размер ≥ 4 см или независимо от размера при наличии симптомов и факторов высокого риска (солидный узел)	
			При серозных цистаденомах в случае симптомов, обусловленных компрессией соседних органов	
			Все СППО	
			Кистозные НЭО > 2 см	

Продолжение таблицы 2				
1	2	3	4	5
Показания к ЭУЗИ	Тревожные признаки	Как минимум два критерия высокого риска — размер кисты ≥ 3 см, расширение ГПП, наличие солидного компонента Изменения кисты в динамике (появление солидного компонента, увеличение диаметра ГПП и размера кисты ≥ 3 см) На протяжении 5 лет (при отсутствии динамики размеров и структуры) После операции — каждые 2 года (если киста с дисплазией или инвазивным раком) Не наблюдать после операции — если киста без признаков высокой дисплазии или инвазивного рака	При наличии клинических или радиологических признаков, вызывающих беспокойство	Любая киста с признаками высокого риска или тревожными признаками
Конечная точка наблюдения	—		—	На протяжении 9–10 лет. Для пациентов ≥ 80 лет на протяжении 2 лет
Диаметр ГПП	Признак высокого риска ≥ 10 мм Тревожный признак 5–9,9 мм	Признак высокого риска, не утверждены количественные показатели диаметра протока	Абсолютный показатель ≥ 10 мм Относительный показатель 5–9,9 мм	Признак высокого риска ≥ 10 мм Тревожный признак ≥ 7 мм
Васкуляризированный солидный узел	Признак высокого риска ≥ 5 мм Тревожный признак < 5 мм	Признак высокого риска, не утверждены размеры солидного компонента	Абсолютный показатель ≥ 5 мм. Относительный показатель < 5 мм	Признак высокого риска, не утверждены размеры солидного компонента
Размер кисты	Тревожный признак ≥ 3 см	Признак высокого риска ≥ 3 см	Относительный/абсолютный показатель в зависимости от типа образования ≥ 4 см	Тревожный признак ≥ 3 см
Лимфаденопатия	Тревожный признак	—	—	—
Атрофия паренхимы ПЖ дистальнее образования	Тревожный признак	—	—	—
Скорость роста	Тревожный признак ≥ 5 мм/ 2 года	—	Относительный показатель ≥ 5 мм/год	Критерии роста: Для кист < 5 мм: увеличение максимального размера (на аксиальной или коронарной проекции) на 100% Для кист ≥ 5 мм и < 15 мм: увеличение максимального размера (на аксиальной или коронарной проекции) на 50% Для кист $\geq 1,5$ см: увеличение максимального размера (на аксиальной или коронарной проекции) на 20%
Желтуха	Признак высокого риска	—	Абсолютный показатель	Признак высокого риска

Окончание таблицы 2				
1	2	3	4	5
Острый панкреатит	Тревожный признак	—	Относительный показатель	—
Впервые выявленный диабет	—	—	Относительный показатель	—
Повышенный уровень СА 19–9	Тревожный признак	—	Относительный показатель	—

Именно в практических рекомендациях Американского общества гастроэнтерологов освещен вопрос конечной точки наблюдения за пациентами, согласно которому продолжительность наблюдения лимитируется 5 годами при условии стабильности состояния кисты [13].

В 2013 г. были разработаны Европейские рекомендации, по итогу пересмотра которых в 2018 г. был расширен список абсолютных показаний к хирургическому лечению [14].

Американский колледж радиологии впервые стратифицировал критерии роста в зависимости от исходного размера кисты [15]. Американское общество гастроэнтерологов, напротив, не регламентирует пограничные величины роста образования, которые могли бы служить отправными точками в разделении категорий пациентов [13].

В 2017 г. Американский колледж радиологии выпустил собственный всеобъемлющий набор рекомендаций по ведению случайно обнаруженных кист (инциденталом) ПЖ. Документ постулирует необходимость рассмотрения любой кисты ПЖ как муцинозной, пока не доказано обратное. В отличие от остальных руководств, в алгоритм данных рекомендаций включен возраст пациентов. Еще одним новшеством явилась стандартизация измерений кист и критериев их роста. Оценка размеров и динамики роста образования важна для коррекции частоты наблюдения и принятия решения о радикальном лечении. *Стандартизация параметров измерения повышает согласованность специалистов в оценке роста образований.* Измерение в соответствии с критериями RECIST представляются наиболее актуальными [16]. При больших размерах образования следует ожидать более низкую абсолютную точность измерений. Смена метода визуализации приводит к погрешностям до 6 мм [17].

Отличаются также рекомендации, касающиеся сроков послеоперационного наблюдения за пациентами. Так, Американское общество гастроэнтерологов рекомендует наблюдение за пациентами лишь в случае обнаружения в кисте при морфологическом исследовании участков высокой дисплазии/инвазивной карциномы [13]. В критериях Fukuoka и Европейских рекомендациях, напротив, не утверждены сроки динамического наблюдения [12, 14].

Ввиду завышенных критериев отбора рекомендации Американского общества гастроэнтерологов направлены на ограниченный спектр нозологий. Так, обсуждение данного документа нацелено исключительно на пациентов с бессимптомными неопластическими кистами, с исключением СППО, кистозных форм протоковой АК, НЭО и ВПМО 1-го типа [13].

В целом большинство сообществ сходятся в том, что основными «красными флагами» являются следующие критерии: размер образования (более 3–4 см), наличие солидного компо-

нента (≥ 5 мм), диаметр ГПП (≥ 10 мм) и скорость роста (≥ 5 мм в год/2 года) [12, 14, 15].

Все вышеизложенное доказывает необходимость дальнейшей валидации и разработки альтернативных подходов в диагностике кистозных образований ПЖ. Между группами экспертов нет согласия относительно ведения пациентов с неопластическими кистами ПЖ. В текущих руководящих принципах местами вариабельны и противоречивы подходы в отношении как диагностических критериев, так и необходимости и сроков динамического наблюдения [14, 15, 18, 19].

Представляет интерес недавно опубликованное исследование, посвященное оценке долгосрочного риска рецидива у пациентов в возрасте до 50 лет, оперированных по поводу ВПМО. Среди наблюдаемых 78 пациентов (медиана наблюдения 72 месяца) у 45% обнаружен злокачественный потенциал трансформации (высокая степень дисплазии/ассоциированность с карциномой). При этом у каждого пятого пациента из группы злокачественной трансформации имел место рецидив заболевания. Учитывая высокие показатели малигнизации и рецидива, авторами поднимается вопрос о необходимости выполнения превентивного хирургического вмешательства при ВПМО у пациентов с высокой ожидаемой продолжительностью жизни [20].

Нерешенным остается вопрос недооценки распространенности изменений при ВПМО. В 29% случаев при ВПМО 2-го типа, по данным морфологического исследования, обнаруживается вовлечение главного панкреатического протока, которое не было очевидным при предоперационной визуализации [21]. Наоборот, у трети пациентов с предполагаемым ВПМО 1-го типа, перенесших панкреатэктомию, опухолевые клетки обнаруживаются лишь в части железы. В связи со столь высоким риском необоснованного объема хирургического пособия целесообразно рассмотреть вопрос об оптимизации и этапности лечения — выполнении частичной резекции, интраоперационном срочном гистологическом исследовании среза и принятии решения о необходимости расширения объема операции [22].

Спектр диагностических возможностей в отношении кист ПЖ включает неинвазивные и инвазивные методы — КТ, МРТ, УЗИ, ЭУЗИ, ЭРХПГ. Определение морфологического типа кистозного образования (серозное/муцинозное) и поиск признаков злокачественной трансформации являются первоочередными диагностическими задачами.

С целью дифференцировки серозных и муцинозных кист, а также псевдокист возможно выполнение цитологического и биохимического исследования аспирата, полученного путем тонкоигольной аспирационной биопсии (ТАБ) под контролем ЭУЗИ [23]. Цитологический анализ имеет ограниченную

чувствительность (35–55%), но сравнительно высокую специфичность (83–100%) в диагностике муцинозных/злокачественных кист [23]. В целом малоклеточность аспирата, контаминация муцином и эпителием желудочно-кишечного тракта, перекрестные значения маркеров между различными подтипами кистозных образований ограничивают широкое внедрение данного метода в рутинную практику [12, 19, 23, 24].

В настоящее время активно обсуждаются возможности молекулярно-генетического анализа кистозного содержимого. В систематическом обзоре A. Gillis и соавт. (2015) оценены точность и возможные дополнительные преимущества молекулярного анализа аспирата в сравнении с цитологическим исследованием. Изолированная оценка молекулярно-генетического анализа и цитологического исследования показала низкую диагностическую точность, при этом чувствительность и специфичность составляют 42 и 99%, 39 и 95% соответственно. В качестве приоритетного рассматривается комбинированное использование данных методов, что требует дальнейшего изучения [25].

Также не существует биомаркера, который бы точно дифференцировал муцинозную цистаденому от ВПМО 2-го типа [8].

Таким образом, анализ кистозного содержимого находит ограниченное применение, относится к классу слабых рекомендаций и имеет низкий уровень доказательности в соответствии с современными международными рекомендациями.

Показатели диагностической точности КТ и МРТ в оценке кистозных образований ПЖ различны по данным разных источников. Согласно данным одного из мета-анализов [26], МРТ и КТ демонстрируют умеренную чувствительность и специфичность в дифференцировке доброкачественных и злокачественных кистозных образований ПЖ. Общая диагностическая точность МРТ, КТ и ЭУЗИ составляет 85, 75 и 81% соответственно. При этом показатели чувствительности и специфичности МРТ и КТ сопоставимы.

КТ и МРТ имеют эквивалентную значимость в выявлении признаков высокого риска ВПМО [27].

По данным другого мета-анализа [28], сравнение диагностического потенциала КТ, ПЭТ/КТ, МРТ/МРХПГ, ЭУЗИ и ДВИ показало, что наибольшую чувствительность (80%) и общую диагностическую точность (AUC 0,92) в дифференцировке ВПМО различного потенциала злокачественности демонстрирует именно ПЭТ/КТ. В свою очередь, КТ и МРТ/МРХПГ показывают промежуточные результаты (чувствительность 70 и 76%, AUC 0,8 и 0,87).

S. Zhu и соавт. (2019) изучили выявляемость кистозных образований ПЖ методами КТ и МРТ на большой выборке пациентов (более 2000 пациентов суммарно). МРТ показала большую чувствительность в обнаружении кист, в особенности небольших

(до 2 см). Частота хирургических резекций у пациентов, которым выполнена МРТ, выше, чем у обследованных методом КТ (55% и 37% соответственно), что, вероятно, обусловлено более точной оценкой морфологии кисты (благодаря высокой контрастности МРТ и режиму МРХПГ) и более прецизионным отбором для хирургического лечения [29].

На данный момент дифференциальная диагностика кистозных образований ПЖ базируется на оценке морфологических параметров кисты и клинико-анамнестических данных (табл. 3) [30]. Оцениваются такие семиотические характеристики, как размер камер, наличие перегородок, папиллярного и инфильтративного компонента, структура стенки, наличие кальцинатов, сообщение с протоком. Также оцениваются парапанкреатическая клетчатка и интактная паренхима железы.

По данным метаанализа J. Wu и соавт. (2019), включающего 21 исследование и 3723 пациента, показано, что критерии Fukuoka и Американского общества гастроэнтерологов имеют неудовлетворительную точность в предикции неопластического потенциала кистозных образований ПЖ: показатели чувствительности и специфичности для критериев Fukuoka и Американского общества гастроэнтерологов составляют 67 и 64%, 59 и 77% соответственно [31].

По-прежнему, ключевой представляется оценка протоковой системы и выявление связи новообразования с ней. Безусловно, МРТ и МРХПГ служат «золотым стандартом» в решении данной задачи [19]. Сообщение с протоком позволяет дифференцировать ВПМО от других типов кист, однако отсутствие сообщения не исключает ВПМО [32]. Напротив, сообщение кисты с ГПП не всегда указывает на неопластическую природу кисты. Так, по данным S. Nabashi и P. V. Draganov (2008) до 65% псевдокист могут сообщаться с протоковой системой [33].

Компрессионный эффект и ассоциированная эктазия протоков дистальнее образования могут приводить к формированию эрозии и истинного сообщения образования с ГПП [34]. Кистозное образование, ассоциированное с дистальным расширением ГПП, не исключает наличия серозной цистаденомы и ВПМО 2-го типа [30, 35].

Схожесть семиотики различных типов кистозных образований затрудняет их дифференциальную диагностику. Неотличимыми по данным методов визуализации являются макрокистозные типы — муцинозная цистаденома, макрокистозный тип серозной цистаденомы и ВПМО 2-го типа [36]. Практически четверть НЭО (21–26%) имеют в своей структуре кистозный компонент [37].

Кистозные образования ПЖ характеризуются скудным цитологическим материалом, внутренней гетерогенностью и неоднородностью степени дисплазии в различных участках, что потенциально

может снижать точность дооперационной инвазивной диагностики методом биопсии. Например, инвазивная карцинома на фоне ВПМО не всегда проявляется типичным солидным узлом [38].

Оценка характера жидкостной фракции методами лучевой диагностики затруднена. В ряде случаев по данным МРТ и сигнальным характеристикам возможно предположить муцинозный характер содержимого в образовании, что, однако, не является облигатным критерием [32].

Новым и перспективным направлением неинвазивной лучевой диагностики является радиомика. Концепция, лежащая в основе радиомики, заключается в количественной оценке структуры опухоли на основании распределения пикселей и вокселей серого в изображении [39].

Первичным этапом является сегментация КТ или МРТ-изображений с последующим автоматическим извлечением текстурных показателей. На настоящее время разработано бесплатное специализированное программное обеспечение (ПО), свободно доступное для скачивания в сети Интернет — например, ПО LifEx (<https://www.lifexsoft.org>), ПО 3D-Slicer (<https://www.slicer.org>).

Текстурный анализ делает возможным оценку тех параметров (показатели первого, второго и более высоких порядков, характеристики формы), суждение о которых невозможно по данным методов лучевой диагностики в их привычном виде, и позволяет в определенной степени нивелировать проблемы традиционного диагностического подхода [39].

Также с появлением радиомики стало возможным сопоставлять текстурные показатели изображений с генетическим профилем опухоли [40].

Большинство опубликованных работ о диагностическом потенциале радиомики при кистозных новообразованиях ПЖ посвящено дифференцировке серозных (в ряде случаев лишь макрокистозных форм) и муцинозных цистаденом, а также дифференцировке злокачественного потенциала ВПМО [41–43].

S. Jeon и соавт. (2021) показали, что добавление текстурных показателей в оценочный ряд к типичным стигматам малигнизации (солидный компонент, диаметр ГПП) повышает диагностические показатели в предикции малигнизации ВПМО [44].

A. N. Hanania и соавт. (2016) продемонстрировали возможности радиомики в дифференцировке злокачественного потенциала ВМПО в сравнении с классической оценкой признаков малигнизации по критериям Fukuoka [41]. Чувствительность и специфичность текстурного анализа в дифференцировке ВПМО low grade/high grade составляет 97% и 88%, AUC 0.96. При этом при изолированной оценке по критериям Fukuoka в 36% случаев обнаруживается ложноположительный результат.

Таблица 3

**Основные морфологические характеристики разных типов кистозных образований поджелудочной железы
(адаптировано из [30])**

Table 3

Most important morphological characteristics in evaluation of pancreatic cystic lesions (adapted from [30])

Показатели	Серозная цистаденома		Муцинозная цистаденома	ВМПО 2-й тип	ВМПО 1-й тип
	микрокистозная	макрокистозная			
Морфологические характеристики	Микрокистозная, дольчатая, тонкие перегородки	Макрокистозная, унилокулярная, дольчатая, размер камер >20 мм	Макрокистозная, округлая, с перегородками	Макрокистозная, мультилокулярная, в виде «гроздьев винограда»	Расширение ГПП
Стенка	Тонкая	Тонкая	Толстая	Тонкая	Тонкая
Солидный компонент	–	–	+– предиктор малигнизации	+– предиктор малигнизации	+– предиктор малигнизации
Содержимое	Серозное	Серозное	Муцинозное, иногда геморрагическое	Муцинозное	Муцинозное
Частота кальцификации	30%	Редко	15%	Редко	Редко
Морфология кальцинатов	Центральное расположение (рубец)	–	Периферическое расположение по типу скорлупы	–	–
Количество образований	Иногда мультифокально	Унифокально	Унифокально	Иногда мультифокально	Унифокально
Наиболее частая локализация	Тело и хвост (60%), головка (40%)		Тело и хвост	Головка	–
ГПП	Иногда расширен		N	N	Расширен
Связь с протоковой системой	–		–	+	–
Потенциал малигнизации	–		+	+	+
Показатели	Псевдокиста	СППО	НЭО с кистозной дегенерацией	Лимфоэпителиальная киста	Эпидермоидная киста
Морфологические характеристики	Унилокулярная	Унилокулярная	Унилокулярная, макрокистозная, округлая	Унилокулярная, макрокистозная, иногда с перегородками	Унилокулярная
Стенка	Толстая	Толстая	Неравномерно утолщена	Толстая	Толстая
Солидный компонент	–	+– не всегда предиктор малигнизации	+–	+–	Кератиновый компонент
Содержимое	Геморрагическое, с детритом	Геморрагическое	Некротический компонент	Вариабельное количество зернистого кератинового компонента, жира	Вариабельное количество зернистого кератинового компонента
Частота кальцификации	Редко	30%	Редко	Редко	Редко
Морфология кальцинатов	–	Периферическое расположение, точечное	Дистрофическая кальцификация, обычно в крупных и гормонально неактивных образованиях	Периферическое, слабовыраженное	–
Количество образований	–	Унифокально	Иногда мультифокально	Унифокально	Унифокально
Наиболее частая локализация	Любая	Головка	Любая	Любая	Хвост
ГПП	Расширен	N	N	N	N
Связь с протоковой системой	+–	–	–	–	–
Потенциал малигнизации	–	+	+	–	–

Актуальным является поиск наиболее типичных текстурных показателей для дифференцировки тех или иных подтипов кист. В исследовании S. Jeon и соавт. (2021) на основе анализа МРХПГ в итоговую модель по определению потенциала малигнизации ВПМО отобраны лишь два текстурных показателя — показатель первого порядка (энтропия) и показатель формы (компактность) [44]. Считается, что большая энтропия и меньшая компактность образования характерны для ВПМО с дисплазией высокой степени и/или ассоциированных с карциномой. Подобные результаты вполне ожидаемы. Известно, что показатель энтропии отражает степень гетерогенности опухоли и потому напрямую коррелирует со степенью злокачественности. Показатель компактности, между тем, отражает степень приближенности формы опухоли к сфере и меньше в ВПМО 1-го типа, обладающих, как известно большим потенциалом малигнизации [44]. J. Permut и соавт. (2016) при анализе КТ-изображений выявили различия между ВМПО разного потенциала малигнизации не только в энтропии и показателях формы, но также и в показателях второго и более высокого порядка [45]. Напротив, в исследовании A. N. Hanania и соавт. (2016) показаны возможности дифференцировки ВМПО более высокого грейда лишь на основании текстурных показателей второго порядка артериальной фазы исследования (матрица смежности уровней серого, Gray-Level Co-Occurrence Matrix, GLCM) [41].

Текстурные показатели высокого порядка (Intensity T-range, Wavelet features) позволяют наилучшим образом дифференцировать серозные и несерозные кистозные образования ПЖ в условиях оценки артериальной/венозной фазы контрастирования [46, 47].

Впечатляют показатели эффективности текстурного анализа в классификации разных подтипов кистозных неоплазий ПЖ — ВПМО, серозной цистаденомы, муцинозной цистаденомы, СППО и кистозных НЭО (AUC 0,94) [48].

Неизученным остается вопрос дифференцировки эпителиальных и неэпителиальных новообразований (в особенности псевдокист), а также разных типов ВПМО между собой. На эту тему нами найдено лишь одно исследование [49], основанное на результатах МРТ и включающее в рабочую группу пациентов с неэпителиальными образованиями (псевдокистами и ограниченным некрозом).

Следует отметить, что аналогичные исследования по данным КТ на настоящий момент отсутствуют.

Интерес представляет поиск наиболее точных текстурных показателей в различные фазы сканирования. Большинство опубликованных работ основаны на сегментации образований в одну из фаз контрастного усиления, и ни в одном из исследований не проводилось сегментации всех четырех фаз сканирования (нативной, артериальной, венозной и отсроченной).

Другим потенциальным профилем для изучения является оценка воспроизводимости текстурных показателей при различных условиях предварительной обработки изображений и в ее отсутствие. В настоящее время требуется разработка не утвержденных на данный момент единых стандартизованных подходов к сегментации изображений и извлечению текстурных показателей.

Заключение. Несмотря на высокий потенциал современных методов неинвазивной диагностики в обнаружении кист ПЖ, до сих пор представляет большую трудность дифференцировка кистозных образований между собой. Существующим на данный момент руководствам недостает специфичности в дифференцировке кистозных образований, что требует поиска новых маркеров.

На данный момент оценка потенциала малигнизации кист ПЖ сводится лишь к двум основным критериям — диаметру ГПП и наличию васкуляризованного солидного компонента. Схожесть симптоматики, ограниченность инвазивных методов диагностики, высокие риски рецидива и потенциала малигнизации при определенных подтипах кистозных неоплазий диктуют необходимость в разработке и внедрении в практику новых диагностических методик, которые позволят более прецизионно оценивать структуру образований, точнее стратифицировать риски и отдаленный прогноз.

В этом отношении новым и перспективным направлением является текстурный анализ диагностических изображений. Для успешной интеграции данного направления в алгоритм ведения пациентов перед радиомикой стоят следующие задачи: стандартизация подходов к предварительной обработке изображений, сегментации образований и извлечению текстурных показателей; диагностика образований с наибольшим потенциалом малигнизации (муцинозных цистаденом и ВПМО) и дифференцировка эпителиальных и неэпителиальных кист между собой.

Сведения об авторах:

Коваленко Анастасия Андреевна — ординатор по специальности «Рентгенология» федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А. В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 117997, Москва, Большая Серпуховская ул., д. 27; e-mail: nastua_kovalenko@mail.ru; ORCID 0000-0001-8276-3594;

Кармазановский Григорий Григорьевич — доктор медицинских наук, профессор, академик Российской академии наук, заведующий отделом лучевых методов диагностики и лечения федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А. В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 117997, Москва, Большая Серпуховская ул., д. 27; профессор кафедры лучевой диагностики и терапии медико-биологического факультета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 117321, Москва, ул. Островитянова, д. 1; e-mail: karmazanovskiy@yandex.ru; ORCID 0000-0002-9357-0998.

Information about authors:

Anastasia A. Kovalenko — intern-radiologist of the Radiology department «A. V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery» of the Ministry of Health of Russia; 115093, Moscow, ul. Bolshaya Serpukhovskaya, 27; e-mail: nastua_kovalenko@mail.ru; ORCID: 0000-0001-8276-3594;

Grigory G. Karmazanovsky — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Radiology department «A. V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery» of the Ministry of Health of Russia, 115093, Moscow, ul. Bolshaya Serpukhovskaya, 27, professor of Radiology department of MBF of Pirogov Russian National Research Medical University, e-mail: karmazanovsky@yandex.ru; ORCID 0000-0002-9357-0998.

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 дизайн исследования — Г.Г. Кармазановский; сбор и анализ данных, подготовка рукописи — А.А. Коваленко.

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 GKG aided in the concept and plan of the study; AAK provided collection and analysis of data, preparation of the manuscript.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure: the authors declare no conflicts of interest.

Поступила/Received: 07.08.2023.
Принята к печати/Accepted: 29.08.2023.
Опубликована/Published: 29.09.2023.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Ozaki K., Ikeno H., Kaizaki Y. et al. Pearls and pitfalls of imaging features of pancreatic cystic lesions: a case-based approach with imaging-pathologic correlation // *Jpn. J. Radiol.* 2021. Vol. 39, No. 2. P. 118–142. doi: 10.1007/s11604-020-01032-1.
- Kloth C., Haggenmüller B., Beck A. et al. Diagnostic, Structured Classification and Therapeutic Approach in Cystic Pancreatic Lesions: Systematic Findings with Regard to the European Guidelines // *Diagnostics (Basel)*. 2023. Vol. 13, No. 3. P. 454. doi: 10.3390/diagnostics13030454.
- Zerboni G., Signoretti M., Crippa S., Falconi M., Arcidiacono P.G., Capurso G. 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.
- 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.
- Springer S., Masica D.L., Dal Molin M. et al. A multimodality test to guide the management of patients with a pancreatic cyst // *Sci. Transl. Med.* 2019. Vol. 11, No 501. doi: 10.1126/scitranslmed.aav4772.
- Javed A.A. et al. Pancreatic Fistula and Delayed Gastric Emptying After Pancreatectomy: Where do We Stand? // *Indian J. Surg.* 2015. Vol. 77, No. 5. P. 409–425. doi: 10.1007/s12262-015-1366-9.
- De Pretis N., Mukewar S., Aryal-Khanal A., Bi Y., Takahashi N., Chari S. Pancreatic cysts: Diagnostic accuracy and risk of inappropriate resections // *Pancreatology*. 2017. Vol. 17, No. 2. P. 267–272. doi: 10.1016/j.pan.2017.01.002.
- Larson A., Kwon R.S. Natural History of Pancreatic Cysts // *Dig. Dis. Sci.* 2017. Vol. 62, No. 7. P. 1770–1777. doi: 10.1007/s10620-017-4542-x.
- Hata T., Sakata N., Okada T. et al. Dilated papilla with mucin extrusion is a potential predictor of acute pancreatitis associated with intraductal papillary mucinous neoplasms of pancreas // *Pancreatology*. 2013. Vol. 13, No. 6. P. 615–620. doi: 10.1016/j.pan.2013.09.003.
- Jang J.W., Kim M.H., Jeong S.U. et al. Clinical characteristics of intraductal papillary mucinous neoplasm manifesting as acute pancreatitis or acute recurrent pancreatitis // *J. Gastroenterol. Hepatol.* 2013. Vol. 28, No. 4. P. 731–738. doi: 10.1111/jgh.12121.
- Yoon J.G., Smith D., Ojili V., Paspulati R.M., Ramaiya N.H., Tirumani S.H. Pancreatic cystic neoplasms: a review of current recommendations for surveillance and management // *Abdom. Radiol. (NY)*. 2021. Vol. 46, No. 8. P. 3946–3962. doi: 10.1007/s00261-021-03030-x.
- 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.
- Vege S.S., Ziring B., Jain R., Moayyedi P. Clinical Guidelines Committee; American Gastroenterology Association. American gastroenterological 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.
- 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.
- 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 // *J. Am. Coll. Radiol.* 2017. Vol. 14, No. 7. P. 911–923. doi: 10.1016/j.jacr.2017.03.010.
- 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 // *Abdom. Radiol. (NY)*. 2016. Vol. 41, No. 3. P. 500–507. doi: 10.1007/s00261-015-0588-4.
- Boos J., Brook A., Chingko C.M. et al. MDCT vs. MRI for incidental pancreatic cysts: measurement variability and impact on clinical management // *Abdom. Radiol. (NY)*. 2017. Vol. 42, No. 2. P. 521–530. doi: 10.1007/s00261-016-0883-8.
- Takakura K., Torisu Y., Kinoshita Y. et al. An Appraisal of Current Guidelines for Managing Malignancy in Pancreatic Intraductal Papillary Mucinous Neoplasm // *JOP*. 2018. Vol. 19, No. 4. P. 178–182.
- Elta G.H., Enestvedt B.K., Sauer B.G., Lennon A.M. ACG Clinical Guideline: Diagnosis and Management of Pancreatic Cysts // *Am. J. Gastroenterol.* 2018. Vol. 113, No. 4. P. 464–479. doi: 10.1038/ajg.2018.14.
- Kaiser J., Hackert T., Hinz U. et al. Surgery for intraductal papillary mucinous neoplasms in young patients: High-risk population // *Surgery*. 2023. Vol. 174, No. 2. P. 330–336. doi: 10.1016/j.surg.2023.04.045.
- Fritz S., Klaus M., Bergmann F. et al. Pancreatic main-duct involvement in branch-duct IPMNs: an underestimated risk // *Ann. Surg.* 2014. Vol. 260, No. 5. P. 848–856. doi: 10.1097/SLA.0000000000000980.
- Crippa S., Pergolini I., Rubini C. et al. Risk of misdiagnosis and overtreatment in patients with main pancreatic duct dilatation and suspected combined/main-duct intraductal papillary mucinous neoplasms // *Surgery*. 2016. Vol. 159, No. 4. P. 1041–1049. doi: 10.1016/j.surg.2015.11.003.
- Boo C. A review of pancreatic cyst fluid analysis in the differential diagnosis of pancreatic cyst lesions // *Ann. Clin. Biochem.* 2014. Vol. 51, No. 2. P. 151–166. doi: 10.1177/0004563213503819.
- Abdelkader A., Hunt B., Hartley C.P., Panarelli N.C., Giorgadze T. Cystic Lesions of the Pancreas: Differential Diagnosis and Cytologic-Histologic Correlation // *Arch. Pathol. Lab. Med.* 2020. Vol. 144, No. 1. P. 47–61. doi: 10.5858/arpa.2019-0308-RA.
- Gillis A., Cipollone I., Cousins G., Conlon K. Does EUS-FNA molecular analysis carry additional value when compared to cytology in the diagnosis of pancreatic cystic neoplasm? A systematic review // *HPB (Oxford)*. 2015. Vol. 17, No. 5. P. 377–386. doi: 10.1111/hpb.12364.
- Udare A., Agarwal M., Alabousi M. et al. Diagnostic Accuracy of MRI for Differentiation of Benign and Malignant Pancreatic Cystic Lesions Compared to CT and Endoscopic Ultrasound: Systematic Review and Meta-analysis // *J. Magn. Reson. Imaging*. 2021. Vol. 54, No. 4. P. 1126–1137. doi: 10.1002/jmri.27606.
- Kang H.J., Lee J.M., Joo I. et al. Assessment of Malignant Potential in Intraductal Papillary Mucinous Neoplasms of the Pancreas: Comparison between Multidetector CT and MR Imaging with MR Cholangiopancreatography // *Radiology*. 2016. Vol. 279, No. 1. P. 128–139. doi: 10.1148/radiol.2015150217.
- Liu H., Cui Y., Shao J., Shao Z., Su F., Li Y. The diagnostic role of CT, MRI/MRCP, PET/CT, EUS and DWI in the differentiation of benign and malignant IPMN: A meta-analysis // *Clin Imaging*. 2021. Vol. 72. P. 183–193. doi: 10.1016/j.clinimag.2020.11.018.
- Zhu S., Wang W.T., Shang X.S. et al. Difference analysis in prevalence of incidental pancreatic cystic lesions between computed tomography and magnetic resonance imaging // *BMC Med. Imaging*. 2019. Vol. 19, No. 1. P. 43–52. doi: 10.1186/s12880-019-0341-5.

30. Ozaki K., Ikeno H., Kaizaki Y. et al. Pearls and pitfalls of imaging features of pancreatic cystic lesions: a case-based approach with imaging-pathologic correlation // *Jpn. J. Radiol.* 2021. Vol. 39, No. 2. P. 118–142. doi: 10.1007/s11604-020-01032-1.
31. Wu J., Wang Y., Li Z. et al. Accuracy of Fukuoka and American Gastroenterological Association Guidelines for Predicting Advanced Neoplasia in Pancreatic Cyst Neoplasm: A Meta-Analysis // *Ann. Surg. Oncol.* 2019. Vol. 26, No. 13. P. 4522–4536. <https://doi.org/10.1245/s10434-019-07921-8>.
32. Mamone G., Barresi L., Tropea A., Di Piazza A., Miraglia R. MRI of mucinous pancreatic cystic lesions: a new updated morphological approach for the differential diagnosis // *Updates Surg.* 2020. Vol. 72, No. 3. P. 617–637. doi: 10.1007/s13304-020-00800-y.
33. Habashi S., Draganov P.V. Pancreatic pseudocyst // *World J. Gastroenterol.* 2009. Vol. 15, No. 1. P. 38–47. doi: 10.3748/wjg.15.38.
34. Park M., Lee J., Kim Y. et al. Pancreatic serous cystic neoplasm mimicking intraductal papillary mucinous neoplasm: Two case reports and literature review // *Medicine (Baltimore)*. 2023. Vol. 102, No. 5. doi: 10.1097/MD.00000000000032820.
35. Amico E.C., Alves J.R., de Araújo Lima Liguori A., Sousa R.L. Serous Pancreatic Cystadenoma with Compression of Wirsung's Duct // *J. Gastrointest. Surg.* 2019. Vol. 23, No. 1. P. 176–178. doi: 10.1007/s11605-018-3794-x.
36. Ishigami K., Nishie A., Mochidome N. et al. Mucinous nonneoplastic cyst of the pancreas: CT and MRI appearances // *Abdom. Radiol. (NY)*. 2017. Vol. 42, No. 12. P. 2827–2834. doi: 10.1007/s00261-017-1204-6.
37. Karmazanovsky G., Belousova E., Schima W., Glotov A., Kalinin D., Kriger A. Nonhypervascular pancreatic neuroendocrine tumors: Spectrum of MDCT imaging findings and differentiation from pancreatic ductal adenocarcinoma // *Eur. J. Radiol.* 2019. Vol. 110. P. 66–73. doi: 10.1016/j.ejrad.2018.04.006.
38. Koshita S., Fujita N., Noda Y. et al. Invasive carcinoma derived from «flat type» branch duct intraductal papillary mucinous neoplasms of the pancreas: impact of classification according to the height of mural nodule on endoscopic ultrasonography // *J. Hepatobiliary Pancreat. Sci.* 2015. Vol. 22, No. 4. P. 301–309. doi: 10.1002/jhpb.199.
39. Karmazanovsky G., Gruzdev I., Tikhonova V. et al. Computed tomography-based radiomics approach in pancreatic tumors characterization // *Radiol. Med.* 2021. Vol. 126. P. 1388–1395. doi: 10.1007/s11547-021-01405-0.
40. Dalal V., Carmichael J., Dhaliwal A., Jain M., Kaur S., Batra S.K. Radiomics in stratification of pancreatic cystic lesions: Machine learning in action // *Cancer Lett.* 2020. Vol. 469. P. 228–237. doi: 10.1016/j.canlet.2019.10.023.
41. Hanania A.N., Bantis L.E., Feng Z. et al. Quantitative imaging to evaluate malignant potential of IPMNs // *Oncotarget*. 2016. Vol. 7, No. 52. P. 85776–85784. doi: 10.18632/oncotarget.11769.
42. Yang J., Guo X., Ou X., Zhang W., Ma X. Discrimination of Pancreatic Serous Cystadenomas From Mucinous Cystadenomas With CT Textural Features: Based on Machine Learning // *Front Oncol.* 2019. Vol. 9, No. 494. doi: 10.3389/fonc.2019.00494.
43. Xie H., Ma S., Guo X., Zhang X., Wang X. Preoperative differentiation of pancreatic mucinous cystic neoplasm from macrocystic serous cystic adenoma using radiomics: Preliminary findings and comparison with radiological model // *Eur. J. Radiol.* 2020. Vol. 122. doi: 10.1016/j.ejrad.2019.108747.
44. Jeon S.K., Kim J.H., Yoo J. et al. Assessment of malignant potential in intraductal papillary mucinous neoplasms of the pancreas using MR findings and texture analysis // *Eur. Radiol.* 2021. Vol. 31, No. 5. P. 3394–3404. doi: 10.1007/s00330-020-07425-0.
45. Permuth JB, Choi J, Balarunathan Y. et al. Combining radiomic features with a miRNA classifier may improve prediction of malignant pathology for pancreatic intraductal papillary mucinous neoplasms // *Oncotarget*. 2016. Vol. 7, No. 52. doi: 10.18632/oncotarget.11768.
46. Liang W., Tian W., Wang Y. et al. Classification prediction of pancreatic cystic neoplasms based on radiomics deep learning models // *BMC Cancer*. 2022. Vol. 22, No. 1. doi: 10.1186/s12885-022-10273-4.
47. Wei R., Lin K., Yan W. et al. Computer-Aided Diagnosis of Pancreas Serous Cystic Neoplasms: A Radiomics Method on Preoperative MDCT Images // *Technol. Cancer Res. Treat.* 2019. Vol. 18. doi: 10.1177/1533033818824339.
48. Chu L.C., Park S., Soleimani S. et al. Classification of pancreatic cystic neoplasms using radiomic feature analysis is equivalent to an experienced academic radiologist: a step toward computer-augmented diagnostics for radiologists // *Abdom. Radiol. (NY)*. 2022. Vol. 47, No. 12. P. 4139–4150. doi: 10.1007/s00261-022-03663-6.
49. Ștefan P.A., Lupean R.A., Lebovici A. et al. Quantitative MRI of Pancreatic Cystic Lesions: A New Diagnostic Approach // *Healthcare (Basel)*. 2022. Vol. 10, No. 6. doi: 10.3390/healthcare10061039.

БИБЛИОТЕКА ЖУРНАЛА «ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА И ТЕРАПИЯ»



Руководство для врачей 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, 2021, 2022). При его подготовке были использованы материалы, обсуждавшиеся на одноименной Международной ежегодной телеконференции 13 декабря 2022 г. в Санкт-Петербурге.

Руководство для врачей «Современные стандарты анализа лучевых изображений и принципы построения заключения. Том VII» 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/>