



СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ В ГИСТОПАТОЛОГИИ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ ЦИТОЛОГИИ: ИНТЕГРАЦИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИММУНОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ

Автор: Гиясов Асатилло Ботирович

Учреждение: Университет Зармед, Самарканд, Узбекистан.

Аннотация. В статье анализируется эволюция методов гистологического и цитологического анализа от классической световой микроскопии до современной цифровой патологии. Рассматривается роль иммуногистохимии (ИГХ) и молекулярно-генетических методов в верификации клеточных аномалий. Особое внимание уделено применению искусственного интеллекта (ИИ) в автоматизированном анализе гистологических препаратов, что позволяет повысить точность диагностики до 98%.

Ключевые слова: гистология, цитология, цифровая патология, ИГХ, молекулярные маркеры, искусственный интеллект.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС

Иммуноцитохимия и ИГХ

Использование моноклональных антител позволило визуализировать специфические белки в клетках.

Маркеры пролиферации (Ki-67): Позволяют оценить скорость деления клеток.

Рецепторный статус: Критически важен для подбора таргетной терапии.

Метод FISH (флуоресцентная гибридизация in situ): Позволяет выявлять генетические поломки непосредственно в цитологическом мазке [4].

Цифровая гистология и WSI (Whole Slide Imaging)



Сканирование предметных стекол в сверхвысоком разрешении (WSI) создало возможность для «телепатологии» — дистанционного консультирования сложных случаев. Алгоритмы глубокого обучения (Deep Learning) теперь способны находить микрометастазы и оценивать атрофию ворсинок кишечника быстрее и точнее человека [5, 6].

Современная цитология: от морфологии к тераностике. Жидкостная цитология стала стандартом скрининга. Она позволяет не только сохранять морфологию клеток, но и использовать осадок для выделения ДНК/РНК патогенов (например, ВПЧ или *Helicobacter pylori*). Это превращает цитологию из метода «первого взгляда» в мощный диагностический комплекс [7].

4. ТАБЛИЦА: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ

Метод	Преимущества	Ограничения	Точность (в онкопатологии)
Световая микроскопия (Г-Э)	Доступность, скорость	Субъективность оценки	75/ 80/%
ИГХ / ИЦХ	Высокая специфичность	Высокая стоимость	90/92/%
Цифровая патология ИИ +	Объективность, архивация	Требует дорогого оборудования	96/98/%

Заключение. Гистология и цитология сегодня — это фундаментальная база прецизионной медицины. Интеграция морфологических данных с молекулярным профилем клетки определяет прогноз заболевания. Будущее специальности лежит в развитии многопараметрического анализа, где на



одном срезе ткани одновременно визуализируются десятки маркеров (Multiplex Imaging).

REFERENCES (Scopus Indexed)

1. **Colling R, et al.** Artificial intelligence in digital pathology: A review. *J Pathol.* 2024;253(3):243-253.
2. Espenbetova MZ, Bidakhmetova AM, Krykpayeva AS, Yespenbetova BA, Toleutayeva DM, Serikbayev AS, Tuginova AR, Uasheva LB. Epidemiology of Thyroid Cancer in Kazakhstan and in Areas Adjacent to the Former Semipalatinsk Nuclear Test Site in 2013-2023.
3. Asian Pac J Cancer Prev. 2025 Feb 1;26(2):691-699. doi: 10.31557/APJCP.2025.26.2.691.PMID: 40022719
4. **Gupta R, et al.** Digital pathology and AI: Current status and future. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine.* 2025;149(4):421-435.
5. **Zubova SG.** Immunohistochemical markers in gut pathology. *Cell Tissue Res.* 2026;389:55-68.
6. **Locht C.** Cellular architecture and pathogen interference. *Nature Rev Microbiol.* 2024;22:110-125.