

Последние достижения глубокого обучения для диагностики лейкемии: обзор областей применения диагностических модальностей и подходов на основе слияния данных

Источник: Frontiers in Digital Health

Оригинал: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fdgth.2026.1874695>

Explainable AI

deep learning

анализ изображений

геномика

диагностика

клиническая применимость

мультимодальный анализ

онкология

трансформеры

Диагностика лейкоза по своей природе является мультимодальным процессом, который сочетает морфологическую оценку, иммунофенотипирование, молекулярное профилирование и стандартные лабораторные тесты.

Методы глубокого обучения были внедрены во все компоненты диагностического процесса за последние несколько лет, особенно в анализ микроскопических изображений. Однако текущие исследовательские и обзорные статьи *altamente* фрагментированы, и большинство методов ограничены единичными модальностями данных и анализом производительности на основе бенчмарков, что обеспечивает ограниченное понимание обобщающей способности моделей, клинической применимости и применимости в реальных условиях.

Данный обзор области исследований представляет детальный анализ недавних исследований по обнаружению и диагностике лейкоза на основе глубокого обучения, используя структурированный и клинически обоснованный подход, и обобщает литературу по основным диагностическим

модальностям, таким как анализ изображений периферической крови и костного мозга, моделирование экспрессии генов и мульти-омики, обучение на основе проточной цитометрии, анализ рутинных лабораторных данных и мультимодальные диагностические подходы.

Однако лишь ограниченное число исследований реализовало истинную мультимодальную интеграцию. Вместо простой оценки заявленной точности, данный обзор области исследований критически анализирует влияние дизайна набора данных, смещений, связанных с модальностью, методов валидации и интерпретируемости моделей на надёжность и трансляционные возможности предложенных подходов.

Новые методологические разработки, включая архитектуры на основе трансформеров, обучение с вниманием на основе множественных экземпляров (attention-based multi-instance learning), фундаментальные модели и объяснимый искусственный интеллект (explainable artificial intelligence), представлены в связи с устойчивым меж数据集 обобщением и клинической надёжностью.

Объединяя доказательства, представляющие традиционно разделённые направления исследований, данный обзор области исследований выделяет пробелы в методологии и трансляции методов ИИ в реальный мир для использования ИИ при лейкозе. Более того, он предоставляет чёткую дорожную карту для исследований в этой области, подчёркивая модально-ориентированное слияние, внешнюю валидацию, регуляторно-ориентированный подход и поддержку принятия решений с участием человека (human-in-the-loop decision support).