

Кросс-валидационная платформа глубокого обучения для автоматического обнаружения рака яичников, индуцированного DMBA, на основе гистопатологических изображений с поддержкой биомаркера СА-125

Источник: Frontiers in AI — Medicine

Оригинал: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2026.1851807>

CNN

биомаркеры

гистопатология

глубокое обучение

диагностика

онкология

Рак яичников (ОС — Ovarian cancer) остается серьезной глобальной проблемой здравоохранения из-за его бессимптомного прогрессирования и отсутствия надежных диагностических инструментов. Последние достижения в области **искусственного интеллекта (AI — Artificial Intelligence)** открывают многообещающие возможности для повышения точности диагностики посредством автоматизированного анализа биомедицинских изображений и интеграции мультимодальных данных.

Самки крыс-альбиносов были разделены на контрольную группу и группу с индуцированным раком. **Рак яичников (ОС)** вызывался химическим воздействием **7,12-диметилбенз[а]антрацена (DMBA)**. Образцы крови собирались на исходном этапе и в заранее определенные моменты времени после индукции для количественного определения уровней сывороточного **ракового антигена 125 (СА-125)**, который был значительно повышен в группе рака ($438,7 \pm 6,4$ Ед/мл) по сравнению с контрольной группой ($22,5 \pm 3,1$ Ед/мл; $p < 0,01$).

Ткани яичников были извлечены, обработаны и визуализированы для проведения гистопатологического анализа высокого разрешения. Была разработана специализированная **сверточная нейронная сеть (CNN — Convolutional Neural Network)** для классификации изображений тканей яичников на нормальные и раковые категории. Набор данных состоял из 904 размеченных изображений и оценивался с использованием стратифицированного разделения данных и 5-кратной перекрестной проверки (cross-validation).

Предложенная **CNN** достигла точности тестирования 96,69%, точности (precision) 95,8%, полноты (recall) 97,2% и F1-меры 96,5%. Перекрестная проверка дополнительно продемонстрировала устойчивую и стабильную производительность со средней точностью $96,42 \pm 0,52\%$.

Сравнительный анализ показал превосходство над традиционными методами машинного обучения и моделями обучения с переносом знаний (transfer learning), включая **метод опорных векторов (SVM — Support Vector Machine)**, **случайный лес (Random Forest)**, **MobileNetV2**, **ResNet50** и **EfficientNetB0**.

Эти результаты указывают на то, что интеграция сывороточных биомаркеров, гистопатологии и глубокого обучения обеспечивает надежную доклиническую базу для обнаружения рака яичников. Данная диагностическая стратегия с помощью **AI** демонстрирует высокий трансляционный потенциал для улучшения ранней диагностики, стратификации рисков и поддержки принятия клинических решений при раке яичников.