

IN VIVO ДИАГНОСТИКА РАКА ПЕЧЕНИ НА ОСНОВЕ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ С ВРЕМЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ И МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

ШУПЛЕЦОВ В.В.¹, ПОТАПОВА Е.В.¹, ДРЁМИН В.В.¹,
ЖЕРЕБЦОВ Е.А.¹, МАМОШИН А.В.^{1,2}, ДУНАЕВ А.В.¹

¹Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, г. Орёл, Россия,

valery.shupletsov@bmccenter.ru

²БУЗ Орловской области «Орловская областная клиническая больница», г. Орёл, Россия

Одним из широко используемых методов оптической биопсии для мониторинга клеточного и тканевого метаболизма является флуоресцентная спектроскопия (ФС) с временным разрешением. Этот метод позволяет изучать изменения энергетического метаболизма и антиоксидантной защиты биологических тканей. В свою очередь в медицинской практике активно развивается применение алгоритмов машинного обучения для анализа изображений и сигналов, в том числе полученных оптическими методами диагностики.

Целью исследования было объединение ФС с временным разрешением и методов машинного обучения для автоматизации разделения паренхимы печени и различных типов опухолей (первичных злокачественных, метастазов и доброкачественных) на классы.

В ходе исследования была разработана установка с тонкоигольным оптическим зондом для проведения оптической биопсии печени под ультразвуковым контролем в клинических условиях [1]. Во время проведения чрескожной пункционной биопсии печени были зарегистрированы кривые спада флуоресценции в условно здоровой печеночной паренхиме и в опухолях. В исследовании приняли участие 35 пациентов. На основе полученных результатов о временных характеристиках затухания флуоресценции и гистопатологической классификации был создан набор размеченных данных. Были реализованы несколько алгоритмов машинного обучения с использованием различных стратегий разделения обучающего и тестового наборов данных, а также проведено сравнение их точности.

Результаты исследования показали, что каждый тип опухоли имеет характерные метаболические сдвиги. Предложенный подход, основанный на машинном обучении, демонстрирует надежное разделение паренхимы печени и различных типов опухолей на опухолевые и условно здоровый классы с высокой чувствительностью и специфичностью. Метод случайного леса достигает чувствительности и специфичности более 0,91 и 0,79 соответственно. Кроме того, было показано, что разработанный метод способен предварительно диагностировать тип опухоли печени (первичный злокачественный рак, метастазы и доброкачественные опухоли) с чувствительностью и специфичностью не менее 0,80 и 0,95 соответственно.

Полученные результаты подчеркивают потенциал предложенного подхода в качестве ключевого инструмента для разработки диагностических и терапевтических стратегий при новообразованиях печени. Использование ФС с временным разрешением и методов машинного обучения может значительно повысить эффективность диагностики и лечения данных заболеваний.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда в рамках проекта № 21-15-00325.

Список литературы:

1. Zherebtsov, E.A., Potapova, E.V., Mamoshin, A.V., Shupletsov, V.V., Kandurova, K.Y., Dremin, V.V., Abramov, A.Y., Dunaev, A.V. Fluorescence lifetime needle optical biopsy discriminates hepatocellular carcinoma // Biomed. Opt. Express. – 2022. – Vol. 13. – P. 633-646.