

Интраоперационная флуоресцентная диагностика *in vivo*

Е.В. Потапова

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», Орёл, Россия

Аннотация — Описаны результаты применения методов флуоресцентной спектроскопии в интраоперационной диагностике у пациентов с онкологическими заболеваниями печени и молочных желез, а также с синдромом механической желтухи.

Ключевые слова — флуоресцентная спектроскопия; флуоресцентная спектроскопия с временным разрешением; онкология; печень; механическая желтуха; рак молочной железы

I. ВВЕДЕНИЕ

Использование флуоресцентных методов позволяет обнаруживать биохимические изменения в тканях, связанные с патологическими метаболическими перестройками. В основу метода флуоресцентной спектроскопии (ФС) заложена регистрация спектров автофлуоресценции биотканей в результате её возбуждения оптическим излучением. Метод ФС с временным разрешением построен на регистрации и последующем анализе кривых динамики затухания флуоресценции. Методы ФС легко интегрируются в существующие инструменты для хирургии, позволяя разрабатывать новые технологии интраоперационной навигации и диагностики.

II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В НТЦ биомедицинской фотоники (ОГУ им. И.С. Тургенева) были разработаны программно-аппаратные комплексы для интраоперационной диагностики при проведении пункционных и дренажных малоинвазивных вмешательств, имеющие каналы ФС и ФС с временным разрешением [1-4]. Пилотные клинические исследования с применением данных комплексов позволили решить ряд медицинских диагностических задач.

III. РЕЗУЛЬТАТЫ

Регистрация и анализ спектров флуоресценции во время выполнения чрескожной пункционной биопсии печени позволили разработать метод дифференциации нормальной паренхимы и новообразований печени с чувствительностью и специфичностью 0,75 и 0,85, соответственно [1]. Применение метода ФС с временным разрешением в этой же клинической задаче не только дало возможность различать здоровые и опухолевые ткани с чувствительностью более 0,94 и специфичностью более 0,81, но и формулировать предварительный диагноз типа новообразования печени (первичная злокачественная, метастазы и доброкачественные опухоли) с чувствительностью и специфичностью не менее 0,80 и 0,95 [2].

На основе постобработки спектров флуоресценции, зарегистрированных в паренхиме печени интраоперационно во время проведения дренажных вмешательств у пациентов с синдромом механической желтухи, были рассчитаны вклады флуорофоров (НАДН, коллаген, билирубин, порфирины и т.д.) в общий сигнал флуоресценции [3], которые впоследствии легли в основу построения классификаторов для выявления больных с тяжелой степенью печеночной недостаточности.

Использование ФС в диагностике рака молочной железы показало, что злокачественные опухоли имеют более высокие значения интенсивности флуоресценции на длине волны возбуждения 365 нм [4], что, вероятно, связано с накоплением кофермента НАДН или изменениями коллагенового матрикса, что может применяться для улучшения результатов прицельных биопсий под ультразвуковым контролем, а также для оценки лечебного патоморфоза рака молочной железы.

IV. ВЫВОДЫ

Интраоперационная флуоресцентная диагностика обладает высоким диагностическим потенциалом и может применяться при проведении малоинвазивных хирургических вмешательств с целью корректировки лечебных протоколов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-25-00487, <https://rscf.ru/project/23-25-00487/>.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] V. Dremin, E. Potapova, E. Zherebtsov, K. Kandurova, V. Shupletsov, A. Alekseyev, A. Mamoshin, and A. Dunaev, "Optical percutaneous needle biopsy of the liver: A pilot animal and clinical study," *Sci. Rep.* vol. 10, p. 1420, August 2020.
- [2] E. A. Zherebtsov, E. V Potapova, A. V Mamoshin, V. V Shupletsov, K. Y. Kandurova, V. V Dremin, A. Y. Abramov, and A. V Dunaev, "Fluorescence lifetime needle optical biopsy discriminates hepatocellular carcinoma," *Biomed. Opt. Express*, vol. 13(2), pp. 633-646, February 2022.
- [3] K.Y. Kandurova, D.S. Sumin, A.V. Mamoshin, E.V. Potapova, "Deconvolution of the fluorescence spectra measured through a needle probe to assess the functional state of the liver," *Lasers in Surgery and Medicine*, vol. 55(7), pp. 690-701, June 2023.
- [4] М.И. Арабачян, В.В. Шуплецов, М.Ю. Кириллин, А.В. Дунаев, Е.В. Потапова, "Метод оценки местного метаболизма опухолей молочных желез на основе мультимодальной оптической технологии," *Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия*, Том 7(2), С. 37-45, июль 2024.