

последующим сравнением результатов диафаноскопии после цифровой обработки изображений и МРТ.

#### *Библиографический список*

1. Бицаева А.В., Попадюк В.И., Фомина А.В. Анализ госпитализированной заболеваемости и оценка деятельности ЛОР-отделения многопрофильного стационара // Вестник РУДН, серия Медицина. – 2012. – № 4. – С. 110-114
2. Сергеев С.В., Григорькина Е.С., Юдина Т.Н. Особенности заболеваний околоносовых пазух среди взрослого населения пензенской области за период 2008-2012 годы // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 7-2. – С. 399-402.
3. Волков А.Г., Бойко Н.В., Стагниева И.В. Заболевания носа и околоносовых пазух у беременных. Особенности диагностики (Обзор литературы) // Российская оториноларингология. Медицинский научно-практический журнал. – 2017. – №2 (87). – С. 113-119.
4. Волков А.Г., Грошков К.К. Цифровая диафанографическая диагностика фронтита // Вестник оториноларингологии. – 2010. – № 4. – С. 58-62.
5. Пат. 2657940 Российская Федерация, МПК А61В 5/01 (2006.01) А61В 1/04 (2006.01). Способ диагностики заболеваний верхнечелюстных пазух пациента и устройство для его осуществления / В.Г. Артющенко, В.Г. Агеев, Г.Л. Даниелян, О. Минэ, У. Забарилло; заявитель и патентообладатель Арт фотоникс ГмбХ (DE). – № 2017115320; заявл. 02.05.2017; опубл. 18.06.2018, Бюл. № 17. – 8 с.: ил.
6. Digitale Diaphanoskopie der Nasennebenhöhlen / Arbeitsgruppe Medizinische Physik und Optische Diagnostik Charité – Universitätsmedizin Berlin // Technologiereport Medizinische Bildgebung Berlin-Brandenburg 2012-2013. – 2013. – P. 30-31.

УДК 535.372+616-089.819

### **ФЛУОРЕСЦЕНТНАЯ ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ТКАНЕЙ ОБЩЕГО ЖЕЛЧНОГО ПРОТОКА ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЖЕЛТУХЕ**

К.Ю. Кандурова, Е.В. Потапова, А.В. Дунаев

Научно-технологический центр биомедицинской фотоники, Орловский  
государственный университет им. И. С. Тургенева, г. Орел

*В работе представлены результаты исследований тканей общего желчного протока оптическими неинвазивными диагностическими методами при механической желтухе. Показаны перспективы применения данных методов в миниинвазивной хирургии для интраоперационного получения дополнительной диагностической информации.*

**Ключевые слова:** оптическая биопсия, флуоресцентная спектроскопия, миниинвазивная хирургия, механическая желтуха, лазерная доплеровская флоуметрия

## FLUORESCENCE DIAGNOSIS OF COMMON BILE DUCT TISSUES STATE IN OBSTRUCTIVE JAUNDICE

K.Y. Kandurova, E.V. Potapova, A.V. Dunaev

Research and Development Center of Biomedical Photonics, Orel State University  
named after I.S. Turgenyev, Orel

*The paper presents the results of studies of common bile duct tissues by optical non-invasive diagnostic methods in mechanical jaundice. The prospects of these methods application in minimally invasive surgery for intraoperative obtaining of additional diagnostic information were shown.*

**Keywords:** optical biopsy, fluorescence spectroscopy, minimally invasive surgery, obstructive jaundice, laser Doppler flowmetry

В настоящее время изучение состояния биотканей с позиции идентификации злокачественных, доброкачественных, воспалительных и некротических изменений является одним из актуальных аспектов применения биофотоники в хирургии. В частности, это важно для оценки состояния тканей гепатопанкреатодуоденальной зоны при механической желтухе, обусловленной в первую очередь злокачественным поражением желчевыводящих путей на различных уровнях. Кроме того причиной механической желтухи являются доброкачественные образования гепатопанкреатобилиарной зоны, рубцовые стриктуры желчевыводящих путей, псевдотуморозный хронический панкреатит, холедохолитиаз и др.[1]. Несмотря на большое количество современных высокоточных инструментальных методов исследования, дифференциальная диагностика этиологического фактора механической желтухи сложна, а позднее выявление истинной ее причины приводит к значительной задержке выполнения необходимого хирургического вмешательства. В связи с этим сохраняет свою актуальность вопрос поиска новых методов, позволяющих определить характер патологических изменений в тканях на ранних этапах лечебно-диагностического алгоритма.

Одним из быстро развивающихся направлений инструментальной диагностики в медицине являются оптические неинвазивные методы. В частности, использование оптических методов диагностики в области миниинвазивной хирургии гепатопанкреатодуоденальной зоны позволит повысить распространенность данной методики в клинической практике за счет предоставления хирургу дополнительной диагностической информации во время операции в режиме реального времени.

Наиболее широко используемые методы, объединяемые термином «оптическая биопсия», включают спектроскопические (флуоресцентная

спектроскопия и спектроскопия диффузного отражения) и визуализационные (гиперспектральная визуализация и лазерная спекл-контрастная визуализация). Совокупность этих методов позволяет комплексно оценить метаболические процессы в тканях, содержание хромофоров, кровенаполнение и оксигенацию.

Целью данной работы является изучение параметров флуоресценции ткани общего желчного протока у больных с синдромом механической желтухи при проведении миниинвазивных хирургических вмешательств.

В исследовании приняли участие 20 пациентов отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения Орловской областной клинической больницы в возрасте  $67 \pm 2$  лет с синдромом механической желтухи. Исследования были одобрены этическим комитетом Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева (протокол заседания №10 от 16.11.2017 г.).

Оценка метаболической активности тканей выполнена с помощью метода флуоресцентной спектроскопии (ФС) на длинах волн возбуждения 365 нм и 450 нм путем регистрации флуоресценции коферментов NADH и ФАД [2, 3]. Лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ) применялась для оценки кровотока тканей. Оба этих метода были реализованы в одной специально разработанной волоконно-оптической системе, большинство узлов которой было изготовлено совместно с ООО НПП "ЛАЗМА" (Москва, Россия). Производилась регистрация спектров флуоресценции и ЛДФ-грамм регистрировались как на участках стенки общего желчного протока выше опухолевого блока, так и в области самого блока при проведении миниинвазивных вмешательств под ультразвуковым и флуороскопическим контролем.

После усреднения и нормирования спектров флуоресценции на обратно рассеянное излучение источника был отмечен значительный разброс полученных данных, при этом средние спектры флуоресценции, зарегистрированные в зоне опухоли и на соседних участках, не затронутых онкопроцессом, не имели статистически значимых различий. Несмотря на значительный разброс полученных данных, в ряде случаев наблюдались сходства в форме спектров и разнице интенсивностей флуоресценции с разных исследуемых участков. Было проведено сравнение таких спектров флуоресценции с остальными и установлено, что в первой группе интенсивность флуоресценции в зоне без опухоли превышает значения в зоне опухолевого поражения, в то время как в во второй группе наблюдается противоположная ситуация. Такой результат может быть связан с рядом факторов, одним из которых может быть характер взаимодействия тканей опухоли по отношению к тканями общего желчного протока, а также наличие экзофитного и внутривенного роста опухоли. Также на регистрируемые спектры ФС может оказывать влияние наличие коллагена в мышечном слое стенки общего желчного протока вследствие нарастания коллагенового и

эластического компонента межклеточного матрикса, присутствие крови и желчи в диагностической зоне, течение и фаза патологических процессов и т.д.

Регистрация ЛДФ-грамм была сопряжена с рядом трудностей, выразившихся в анатомических особенностях исследуемого органа и неудобстве проведения диагностической процедуры для самого пациента, что не позволяло получать длительные записи. Тем не менее, был получен ряд ЛДФ-грамм, усреднение и сравнение которых показало снижение показателя микроциркуляции крови в зоне опухолевого поражения по сравнению с зоной, не затронутой онкопроцессом.

Проведенные исследования показали возможности и перспективы применения оптических методов диагностики при проведении миниинвазивных вмешательств на желчевыводящих путях у пациентов с синдромом механической желтухи. Был выявлен ряд факторов, влияющих на регистрируемые спектры ФС и сигналы ЛДФ, требующий дальнейшего изучения. Например, одним из вопросов остается необходимость компенсации кровенаполнения тканей дополнительными методами.

Мультимодальный подход, сочетающий несколько оптических методов диагностики, представляется перспективным для дальнейших исследований. Для повышения качества получаемой диагностической информации и оптимизации лечебно-диагностического алгоритма предлагается добавить методы спектроскопии диффузного отражения и визуализации. Кроме того, планируется сочетанное применение методов оптической биопсии и традиционной биопсии, включающей морфологическое и цитологическое исследование биоткани. Это позволит использовать традиционную биопсию не только как метод верификации патологических изменений в тканях, но и более точно интерпретировать результаты, получаемые методами оптической диагностики, которые лягут в основу разработки диагностических критериев для клинической практики.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ в рамках научного проекта №18-15-00201.

#### *Библиографический список*

1. Bartolomé F., Abramov A.Y. Measurement of mitochondrial NADH and FAD auto fluorescence in live cells // *Methods Mol. Biol.* 2015. Т. 1264. С. 263–270.
2. Stinton L.M., Shaffer E.A. Epidemiology of gallbladder disease: Cholelithiasis and cancer // *Gut Liver.* 2012. Т. 6. № 2. С. 172–187.
3. Тучин В.В. Оптическая медицинская диагностика: в 2 т. // В.В. Тучин – М.: Физматлит, 2007. Т. 1.