

ОТЗЫВ

официального оппонента,
кандидата технических наук, доцента
Волынского Максима Александровича
на диссертационную работу Кандуровой Ксении Юрьевны
на тему «Метод дифференциального анализа функционального состояния
печени пациентов с синдромом механической желтухи на основе
флуоресцентной и диффузно-отражательной спектроскопии», представленную
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения

Актуальность темы диссертационной работы

Диссертационная работа соискателя Кандуровой К.Ю. посвящена разработке метода дифференциального анализа функционального состояния печени пациентов при синдроме механической желтухи с помощью методов флуоресцентной спектроскопии и спектроскопии диффузного отражения. Синдром механической желтухи становится все более распространенным состоянием из-за роста заболеваемости злокачественными опухолями, желчнокаменной болезнью и другими патологиями, которые приводят к нему. Существующие методы диагностики состояния пациентов при лечении механической желтухи не обеспечивают врачу получение количественной информации напрямую из тканей и должную точность прогнозирования их состояния после хирургического вмешательства. Спектроскопические методы исследования флуоресценции и диффузного отражения, предложенные соискателем, в свою очередь, позволяют получать количественную информацию напрямую из ткани с высокой скоростью, благодаря чему зарекомендовали себя для применения в хирургических задачах. Таким образом, достижение поставленной цели диссертационной работы Кандуровой К.Ю. является актуальным направлением исследований, необходимым для решения важной проблемы абдоминальной миниинвазивной хирургии.

Научная новизна проведенных исследований и результатов

Научную новизну исследования представляют следующие результаты:

- модель оптических характеристик паренхимы печени, позволяющая учитывать различия в содержании основных тканевых хромофоров, базирующаяся на применении модели диффузионного приближения теории переноса излучения и результатов, лично полученных соискателем в ходе экспериментальных исследований;
- две модели классификации по параметрам вкладов отдельных флуорофоров, рассчитываемым из спектров флуоресценции (процент площади под гауссовой кривой, относящейся к диапазону флуоресценции конкретного вещества), и тканевой сатурации, рассчитываемой по спектрам диффузного

Входящий № 206-4773
Дата 19 МАИ 2025
Самарский университет

отражения; отличающиеся более высокими показателями чувствительности (>85%) и специфичности (>90%) при классификации положительной и отрицательной динамики послеоперационного состояния пациентов с синдромом механической желтухи по сравнению с текущим уровнем прогнозирования состояния пациентов, исходя из экспертной оценки врачей-хирургов;

– оригинальный интраоперационный метод дифференциального анализа функционального состояния печени пациентов с синдромом механической желтухи различной этиологии и тяжести состояния, базирующийся на применении флуоресцентной и диффузно-отражательной спектроскопии во время первичной антеградной декомпрессии желчевыводящих путей под ультразвуковым и рентгенологическим контролем, позволяющий хирургу получать дополнительную диагностическую информацию для прогнозирования характера послеоперационного периода пациента на этапе хирургического вмешательства с вероятностью ложноотрицательного результата менее 0,2.

Практическая значимость результатов диссертационной работы

Теоретические и практические результаты диссертационной работы прошли апробацию в клинических условиях отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения Орловской областной клинической больницы, внедрены на предприятии ООО НПП «ЛАЗМА» (г. Москва), а также использованы в учебном процессе ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева» (г. Орёл) при подготовке магистров по направлению 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии» (направленность «Фотоника и электроника в медико-биологической практике») и специалистов по направлению 31.05.01 «Лечебное дело» (направленность «Лечебное дело»).

Практическая значимость предложенного метода дифференциального анализа подтверждается возможность уменьшения частоты ложноотрицательных результатов при определении послеоперационного состояния пациента с синдромом механической желтухи по сравнению с традиционными подходами. Это позволяет улучшить результаты лечения за счет корректировки лечебной тактики на как можно более раннем этапе.

Степень обоснованности и достоверности научных положений и выводов

Диссертационная работа демонстрирует обоснованность основных выводов и научных положений. Достоверность результатов исследования обеспечена воспроизводимостью экспериментальных и расчетных данных, использованием известных методов спектрофотометрии и спектроскопии, а также соответствием данных, полученных соискателем, результатам других работ в области биомедицины и медицинской техники.

Достоверность диагностической значимости работы также подтверждается апробацией результатов работы в отделении рентгенохирургических методов

диагностики и лечения БУЗ Орловской области «Орловская областная клиническая больница» и применением при реализации ряда научных проектов. Соискателем опубликовано 34 научные работы, из которых 8 статей в ведущих рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК и 11 статей в изданиях, индексируемых базами данных Web of Science и/или Scopus. На высокий уровень выполнения работы и достоверность основных положений и выводов также указывает регулярное участие соискателя в ряде профильных российских и международных конференций.

Общая характеристика диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка используемых сокращений, литературных источников и двух приложений.

Во введении кратко описана актуальность и степень разработанности исследований по теме анализа функционального состояния печени при синдроме механической желтухи оптическими методами. Сформулированы цель и задачи исследования, приведены положения научной новизны, практическая и теоретическая значимость, обоснована степень достоверности результатов.

В первой главе рассматриваются анатомические особенности печени и патологические изменения при возникновении механической желтухи. Описаны проблемы диагностики и миниинвазивного лечения данного синдрома, проведен обзор применяемых в современной клинической практике подходов. Для решения научной проблемы теоретически и экспериментально обоснован выбор методов флуоресцентной и диффузно-отражательной спектроскопии.

Во второй главе описаны результаты проведенных предварительных исследований (измерения оптических характеристик паренхимы печени крыс со сниженным кровенаполнением и желчи человека, аналитического моделирования спектров диффузного отражения, измерения флуоресценции растворов эндогенных флуорофоров, типичных для биологических тканей). Сформулированы специализированные медико-технические требования к устройству флуоресцентной и диффузно-отражательной спектроскопии. С помощью собранного экспериментального устройства далее проведено тестирование канала флуоресцентной спектроскопии на лабораторных животных для подтверждения готовности к следующему этапу исследований.

Третья глава посвящена проведению экспериментальных исследований с участием пациентов с синдромом механической желтухи и анализу полученных результатов. Соискателем предложены диагностические критерии, полученные путём декомпозиции спектров флуоресценции на гауссовы кривые, а именно: высоты и площади под кривыми, соответствующими вкладу каждого вещества с известными оптическими характеристиками в общий сигнал. Вместе с показателем тканевой сатурации, рассчитанным по спектрам диффузного отражения, проведено сравнение и выбор параметров из пространства признаков для разработки моделей классификации.

В четвёртой главе разработаны модели классификации состояния пациентов (положительное или отрицательное) после первичной антеградной декомпрессии, разработанные на основе линейного дискриминантного анализа. Соискатель обосновывает включение данных моделей в разработанную схему метода дифференциального анализа функционального состояния печени пациентов с механической желтухой в послеоперационном периоде.

В заключении сформулированы ключевые выводы по основным результатам диссертации, а также перспективы и направления дальнейшего развития темы.

Замечания и вопросы по диссертационной работе

1. Ограничением методов оптической диагностики является небольшая глубина проникновения излучения в исследуемую биологическую ткань. Дополнительно к этому, что отмечается соискателем в разделах 1.1 и 2.1: печень является достаточно крупным органом, а также содержит много крови, что снижает глубину проникновения излучения в используемом в работе диапазоне. Также патологические изменения в органе могут быть распределены неравномерно. В качестве возможных ограничений стоило обсудить, насколько данный фактор может повлиять на точность предлагаемого метода диагностики или же на основании каких данных (ультразвуковые, томографические или другие) хирурги устанавливали, что в каждом случае, включенном в выборку, такое не наблюдалось.

2. Отсутствует обоснование выбора используемых методов статистической обработки данных (например, в разделе 1.3.5), в частности не проанализированы распределения исходных данных.

3. В разделе 1.5 в качестве обоснования возможности оценки метаболических нарушений по изменениям сигнала флуоресценции проведены предварительные исследования в клеточной культуре. Однако, использованы клетки почек, из-за чего остается не до конца ясным, насколько корректно сопоставление этих результатов в дальнейшем с результатами, полученными *in vivo* в гепатоцитах печени человека.

4. В разделе 2.5 проводится исследование чувствительности канала флуоресцентной спектроскопии на единственном лабораторном животном (крысе). Достаточно ли одного эксперимента для интерпретации результатов, учитывая, что далее соискателю не удалось зарегистрировать серии спектров флуоресценции для всех сочетаний концентраций и веществ? Также возможно стоило применить для оценки чувствительности не только факт снижения/повышения интенсивности, но статистически сравнить скорости данных изменений.

5. В тексте работы встречаются некоторые описки, стилистические ошибки и недочеты в оформлении (например, некорректный индекс в формуле (1.5), некорректное форматирование одной из формул на рисунке 4.3).

Указанные замечания не имеют принципиального характера и не влияют на высокую оценку данного завершённого научного исследования.

Общее заключение

Диссертационная работа Кандуровой К.Ю. «Метод дифференциального анализа функционального состояния печени пациентов с синдромом механической желтухи на основе флуоресцентной и диффузно-отражательной спектроскопии» является научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему медицинского приборостроения, обладающей научной новизной и практической значимостью. Полученные соискателем результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Автореферат соответствует тексту диссертации. Исследования проведены на высоком научно-техническом уровне, соответствующем мировому.

Название и содержание диссертации соответствует пунктам 14 и 22 области исследования паспорта специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения: «Методы, модели и алгоритмы, включая распознавание образов, для медицинских информационных и интеллектуальных систем обеспечивающих повышение эффективности медико-биологических исследований и врачебных решений» и «Специальное программное обеспечение, предназначенное для профилактики, диагностики, лечения и медицинской реабилитации заболеваний, мониторинга состояния организма человека и проведения медицинских исследований». Представленная диссертационная работа удовлетворяет критериям, предъявляемым к кандидатской диссертации «Положением о присуждении ученых степеней» (в частности, п. 9), утвержденным постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а автор работы, Кандурова Ксения Юрьевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Волынский Максим Александрович,

официальный оппонент, доцент, кандидат технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в технических системах), директор научно-образовательной лаборатории «Техническое зрение», федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»



14.05.2025г.

Контактные данные:

197101, Россия, г. Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д 49, лит. А

E-mail: maxim.volynsky@itmo.ru, maxim.volynsky@gmail.com

Тел.: +7 (921) 188-79-46

Подпись Волынского М.А.
удостоверяю
Менеджер ОПС
Дьячук Ю.А.

