

ОТЗЫВ

Официального оппонента Корниловского Игоря Михайловича, доктора медицинских наук, профессора, академика ЛАН РФ, профессора кафедры глазных болезней Института усовершенствования врачей ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России на диссертацию Головченко Анастасии Владимировны на тему «Оптическая когерентная цифровая эластометрия в оценке биомеханических свойств роговицы», представленную на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 3.1.5. – Офтальмология.

Актуальность темы диссертационного исследования.

Сегодня уже трудно представить углубленную диагностику патологических состояний роговицы без проведения оптической когерентной томографии. Это же касается оценки состояния роговицы на этапе принятия решения о выборе вида лазерных рефракционных и её изменений после различных хирургических и лазерных операций. Одним из новых направлений в оценке биомеханических свойств роговицы является оптическая когерентная эластография и цифровая эластометрия. Внедрение данной методики в клиническую практику невозможно без проведения предварительных экспериментальных исследований.

Исследование биомеханических свойств роговицы является одним из актуальных направлений в офтальмологии. Это касается выявления патологических состояний роговицы на ранних субклинических стадиях. Не менее важной является оценка изменений упруго-эластичных свойств роговой оболочки после различных хирургических и лазерных операций. Прежде всего, это касается выявления на ранних этапах ослабления прочностных свойств роговицы, выбора правильной тактики профилактики и лечения, как первичных, так и вторичных кератоэктазий роговицы. Последнее особенно важно в связи с широким внедрением в клиническую практику различных технологий лазерных рефракционных операций на роговице.

Диссертационная работа Головченко Анастасии Владимировны посвящена обоснованию в экспериментах *ex vivo* возможностей нового способа оценки деформационных свойств роговицы на основе методики оптической когерентной томографии и фазово-чувствительной оптической эластографии с высокоразрешающим картированием в процессе термомеханических воздействий импульсным ИК лазерным излучением. Актуальность исследований в данном направлении не вызывает сомнений.

Научная новизна и практическая значимость работы.

В ходе диссертационного исследования впервые было обосновано применение импульсного лазерного излучения с длиной волны 1,56 мкм ниже порога коагуляции для получения оптоакустического эффекта при проведении фазово-чувствительной оптической когерентной цифровой эластометрии и сделан акцент на необходимость учёта уровня внутриглазного давления в интерпретации её результатов. Анастасией Владимировной была выявлена высокая обратная корреляционная связь ($r = -0,70$; $P < 0,0001$) между уровнем ВГД и диаметром лазериндуцированной деформацией при фазово-чувствительной оптической когерентной томографии. Впервые была показана возможность оценки модуля Юнга роговицы для тангенциальных деформаций по изменению локальной ее кривизны при ОКТ роговицы и выявлена достоверная корреляционная связь ($r = -0,67$; $P < 0,0001$) и показана возможность пересчёта кривизны роговицы в тангенциальный модуль Юнга.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Диссертация соответствует специальности 3.1.5. – Офтальмология. Обоснованность научных положений диссертации подтверждается достаточным объёмом выполненных исследований, сравнительным анализом

полученных данных. Соискателем проведен ряд экспериментальных исследований, направленных на оценку биомеханических свойств роговицы с применением оптической когерентной цифровой эластометрии. Используемые в работе методики применены адекватно. Статистическая обработка полученных данных соответствует современным требованиям доказательности научных исследований. Материал изложен последовательно и логично. Основные положения работы раскрыты в главах собственных исследований. Выводы и практические рекомендации, обоснованы, вытекают из полученных результатов и соответствуют поставленным цели и задачам.

По теме диссертации опубликовано 8 научных работы, в том числе 3 в журналах, входящих в перечень ВАК РФ, из них 3 в журналах индексированных в Scopus.

Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа Головченко А.В. изложена на 101 странице машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследования, результатов собственных исследований, заключения, выводов и списка литературы. Работа иллюстрирована 42 рисунками и 8 таблицами. Библиографический указатель содержит 100 источников (отечественных и зарубежных).

Во «Введении» диссертантом обосновывается актуальность избранной темы диссертации, сформулирована цель исследования, для достижения которой намечены конкретные задачи, которые полностью соответствуют полученным выводам. Автором аргументировано и подробно изложены научная новизна и практическая значимость работы, а также положения, выносимые на защиту.

названии диссертации данная методика получила названия оптическая цифровая когерентная эластометрия.

Во 2-ой главе «Материалы и методы» даётся подробное описание методик экспериментальных исследований по разработке оптической когерентной цифровой эластометрии в оценке биомеханических свойств роговицы в условиях моделирования различного уровня внутриглазного давления. Экспериментальные исследования *ex vivo* были проведены на 30-ти глазах, 15 лабораторных кроликов породы «Шиншилла серый» и 10-ти свиных глаз. На полученных образцах роговиц выполнялось несколько методик биомеханических исследований. Необходимо отметить общее достаточное по объёму число исследований, в ходе которых было отобрано и проанализировано 560 сканов при оценке ИК-лазерного воздействия на различные отделы образцов роговиц в ходе выполнения фазово-чувствительной оптической когерентной эластометрии.

В третьей главе были проанализированы данные экспериментальных исследований по фазово-чувствительной оптической когерентной эластометрии (ФЭКЭ) с рассмотрением её диагностических возможностей и зависимости лазер-индуцированных микродеформаций роговицы от уровня внутриглазного давления. С этой целью была использована экспериментальная установка с возможностью картирования локальных биомеханических свойств роговицы с применением импульсного излучением ИК-лазера с длиной волны 1,56 мкм для получения оптоакустического эффекта и микро-деформаций в роговице. Личный вклад Анастасии Владимировны Головченко в разработку методики оптической когерентной эластографии роговицы касается, прежде всего, непосредственно офтальмологических аспектов. Однако необходимо отметить, что исследования проводились в Лаборатории биофотоники Института лазерных технологий (ИФТ РАН) на фазочувствительном ОКТ томографе. В данном приборе был реализован режим эластографии разработанный в Институте

д.ф-м.н. Владимира Юрьевича Зайцева и его сотрудников Геликова Г.В., Матвеева А.Л. Матвеева Л.А. и Шабанова Д.В. Для оптоакустического воздействия с неразрушающими локальными микродеформациями в роговице д.ф-м.н. Ольгой Игоревной Баум было предложено использование импульсного ИК-излучение с длиной волны 1,56 мкм. Совместно с А.В.Головченко в отработке такой методики участвовали Е.М. Касьяненко, А.И. Омельченко и А.В. Южаков.

В последующем Анастасией Владимировной Головченко были проведены исследования на ОКТ-приборе "OptoRTVue-100"(США), широко применяемом в клинике. Эти исследования позволили оценить изменения профиля кривизны роговицы по специально разработанным программам и предложить методику оценки модуля Юнга по данным оптической когерентной эластометрии (ОКЭ) в зависимости от уровня ВГД. Полученные данные были сопоставлены с результатами динамометрических исследований, и величиной, рассчитанной на основании ОКЭ, что позволило построить диаграмму рассеянных данных и рассчитать коэффициент линейной корреляции по Пирсону. На основании проведенных исследований была выявлена положительная корреляционная зависимость кривизны роговицы от внутриглазного давления (коэффициент корреляции в эксперименте составил $0,67$ $p < 0,0001$) и показана возможность пересчета изменения кривизны роговицы в тангенциальный модуль Юнга.

Автореферат, изложен на 24 страницах машинописного текста, включает 8 рисунков и 4 таблицы и отражает основные положения диссертационной работы. Однако необходимо отметить, что в автореферате имеются в квадратных скобках цифровые ссылки, которые допустимы только в диссертационной работе со списком литературы. Кроме того, имеются чисто технические ошибки при печати автореферата со смещением подписей к рисункам.

При прочтении работы возникли следующие вопросы:

1. Какие принципиальные различия между оптической когерентной цифровой эластометрией и оптической когерентной эластографией ?
2. Почему в экспериментах *ex vivo* Вами в качестве оптического датчика упругого напряжения не был использован силиконовый слой-подложка, который применяется при проведении оптической когерентной эластографии. По имеющимся в литературе данным применение силиконовой подложки позволяет выполнять не только количественные оценки модуля Юнга, но и получать нелинейные зависимости «напряжение-деформация» для биологических тканей, характеризующихся выраженной нелинейностью.
3. Насколько перспективным является применение импульсного ИК-лазерного излучения для неразрушающей локальной оценки биомеханических свойств роговицы в качестве индуктора деформаций при фазово-чувствительной оптической когерентной эластометрии?

Все вышеперечисленные вопросы носят уточняющий характер

Заключение

Диссертационное исследование Головченко Анастасии Владимировны на тему «Оптическая когерентная цифровая эластометрия в оценке биомеханических свойств роговицы» по специальности 3.1.5. – Офтальмология, представляет собой законченную самостоятельную научно-квалификационную работу, в которой представлено новое исследование, связанное с возможностью более детального изучения биомеханических свойств роговицы. По объёму исследований, научной новизне, теоретической и практической значимости работа соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г., в редакции

постановления Правительства РФ № 335 от 21.04.2016 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор достойна присуждения искомой степени по специальности 3.1.5. – Офтальмология.

Официальный оппонент

Доктор медицинских наук, профессор,
академик ЛАН РФ, профессор
кафедры глазных болезней Института
усовершенствования врачей ФГБУ «НМХЦ им.
Н.И. Пирогова» Минздрава России



И.М. Корниловский

«ЗАВЕРЯЮ»

Заместитель генерального директора по
научной и образовательной деятельности
ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава
России, кандидат медицинских наук



А.А. Пулин

«23» ноября 2023 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медико-хирургический Центр имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Адрес: 105203 г. Москва, ул. Нижняя Первомайская, д. 70.

Единый телефон контакт-центра: +7 (499) 464-03-03.

Факс: +7 (499) 463-65-30.

Электронная почта: info@pirogov-center.ru.

Официальный сайт в сети интернет: www.pirogov-center.ru