

Овсянко Алексей Александрович

**СКАНИРУЮЩАЯ ЛАЗЕРНАЯ ОФТАЛЬМОСКОПИЯ В
ДИАГНОСТИКЕ КОНТУЗИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ГЛАЗА**

14.01.07 – Глазные болезни

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва – 2020

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор **Кочергин Сергей Александрович**

Официальные оппоненты:

Киселева Татьяна Николаевна, доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней имени Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации, начальник отдела ультразвуковых исследований.

Шелудченко Вячеслав Михайлович, доктор медицинских наук, профессор, ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней», главный научный сотрудник отдела патологии сетчатки и зрительного нерва.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства»

Защита состоится: «03» ноября 2020 года в 10.00 часов на заседании диссертационного совета Д 208.071.03 на базе ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России по адресу: 125995, г. Москва, ул. Баррикадная, д.2/1

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России по адресу: 125445, г. Москва, ул. Беломорская, д.19 и на сайте <http://www.rmapo.ru/>

Автореферат разослан « » _____ 2020 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Карпова Елена Петровна

Общая характеристика работы

Актуальность проблемы

В настоящее время травма глаза не теряет свою значимость в структуре заболеваемости, а число пострадавших может достигать 114,5 на 100 000 человек [Гундорова Р.А., Нероев В.В., Кашников В.В. 2014]. По данным статистического анализа причин первичной инвалидности по зрению в Российской Федерации одно из первых мест в структуре занимают последствия травмы органа зрения - 16,3% [Либман Е.С. с соавт., 2006].

Контузия органа зрения часто является причиной стойкого снижения зрения у лиц различного возраста. Многообразие клинических проявлений данной травмы требует точной и своевременной диагностики посттравматических изменений структур глазного яблока. В некоторых случаях даже незначительные изменения глазного дна приводят к стойкому снижению зрения [Blanch R.J., Good P.A., Shah P. et al., 2013, Won J L et al., 2014].

Таким образом, в настоящее время существует проблема увеличения числа пострадавших с контузией глаза, которая приводит к тяжелым нарушениям или утрате зрительных функций.

В большинстве случаев острота зрения и исход повреждения в целом определяются изменениями сетчатки, зрительного нерва и хориоидеи. В связи с этим исследование этих структур необходимо проводить для оценки степени повреждения, определения локализации, глубины и распространённости патологического процесса, выбора тактики лечения, а также возможного прогнозирования исходов травмы глаза.

Таким образом, принимая во внимание клиническую и социальную значимость травмы глаза, существует необходимость в совершенствовании методов диагностики посттравматической патологии и подбора наиболее оптимальной терапии.

Степень разработанности проблемы

В настоящий момент в диагностике офтальмопатологии широкое распространение получает метод сканирующей лазерной офтальмоскопии. Эта методика применяется и считается эффективной в диагностике патологии глазного дна у пациентов, страдающих глаукомой, сахарным диабетом, регматогенной отслойки сетчатки, возрастной макулярной дегенерацией [Алябьева Ж.Ю., 2005, Анисимов А.А., Бойко Э.В., Чурашов С.В., и др., 2013, Еричев В.П., Петров С.Ю., Козлова И.В. и др., 2015, Suzuma K., Tsuiki E., Matsumoto M., et al., 2011].

Тем не менее, в доступной литературе не найдено публикаций касающихся применения сканирующей лазерной офтальмоскопии в диагностике изменений глазного дна у пациентов с контузионной травмой глаза.

В связи с вышеизложенным, изучение возможностей метода сканирующей лазерной офтальмоскопии в диагностике пациентов с контузией глаза и разработка алгоритма обследования глазного дна этим

методом являются актуальными задачами. Также представляется необходимым дать характеристику нормального глазного дна здоровых лиц, что позволит точнее выявлять патологические симптомы и, таким образом, улучшить диагностику пациентов с различной патологией.

Цель исследования

Оптимизация диагностики контузионных изменений глаза.

Задачи исследования

1. Выявить особенности обследования глазного дна методом сканирующей лазерной офтальмоскопии.
2. Определить возможности всех режимов визуализации и дать характеристику нормы глазного дна при использовании сканирующей лазерной офтальмоскопии.
3. Установить возможности метода сканирующей лазерной офтальмоскопии в сравнении с другими методами визуализации глазного дна при контузии глаза.
4. Выявить наиболее характерные изменения сетчатки и хориоидеи, определяемые методом сканирующей лазерной офтальмоскопии при контузии глаза.
5. Определить возможность разработки классификационных критериев степени тяжести контузионных повреждений сетчатки при диагностике методом сканирующей лазерной офтальмоскопии.

Положения диссертации, выносимые на защиту

1. У практически здоровых лиц при обследовании глазного дна методом сканирующей лазерной офтальмоскопии выявлены особенности визуализации сетчатки и диска зрительного нерва при использовании различных режимов сканирующего лазерного офтальмоскопа. При смене лазерного источника (последовательно от 490 нм до 790 нм) происходит изменение интенсивности рефлективности центральной зоны сетчатки и зрительного нерва. Эти характеристики могут служить диагностическими критериями при проведении дифференциальной диагностики травматических или иных патологических состояний глазного дна.
2. Использование различных режимов визуализации сканирующего лазерного офтальмоскопа у пациентов с контузией глаза позволяет регистрировать и оценивать травматические изменения глазного дна на разных структурных уровнях сетчатки и хориоидеи. Ретро-режимом сканирующего лазерного офтальмоскопа получена возможность диагностики тончайших изменений фоторецепторов, проявляющихся в виде патологической зернистости при контузионной ретинопатии, что позволяет уточнить степень тяжести травмы даже при отсутствии клинических проявлений. При этом площадь контузионной ретинопатии напрямую взаимосвязана с количеством дней до восстановления максимальной остроты зрения ($r=0,68$, $p<0,05$).
3. У пациентов с контузией глаза методика сканирующей лазерной офтальмоскопии даёт возможность количественной оценки площади

патологических областей, что позволяет анализировать динамику контузионных изменений и эффективность терапии, что обосновывает использование метода сканирующей лазерной офтальмоскопии в мониторингировании динамики травматических повреждений и эффективности терапии и составлении прогноза.

Научная новизна работы

Полученные автором данные сопоставимы с ранее опубликованными [Еричев В.П., Петров С.Ю., Козлова И.В. и др., 2015, Suzuma K., Tsuiki E., Matsumoto M., et al., 2011], однако определенной новизной характеризуются следующие результаты, полученные автором:

Представлена характеристика нормального глазного дна при обследовании различными режимами визуализации сканирующего лазерного офтальмоскопа;

Методом сканирующей лазерной офтальмоскопии с применением различных режимов визуализации зарегистрированы и оценены контузионные изменения глазного дна на разных структурных уровнях сетчатки и хориоидеи;

Впервые выявлены изменения, характерные для контузионной ретинопатии, проявляющиеся в виде патологической зернистости, что является прижизненной регистрацией изменений на клеточном уровне (патент на изобретение № 2624374 от 03.07.2017 (Приоритет от 13.11.2015)).

Теоретическая и практическая значимость

Теоретическая значимость полученных результатов заключается в выявлении и систематизации основных офтальмоскопических характеристик и закономерностей визуализации структур глазного дна у здоровых лиц и при других патологических состояниях.

Доказана перспективность использования метода сканирующей лазерной офтальмоскопии в офтальмологии, расширяющая возможности диагностики и дифференциальной диагностики травматических повреждений и других патологических состояниях.

Практическая значимость работы заключается в возможности диагностики тончайших изменений фоторецепторов в виде патологической зернистости при контузионной ретинопатии, что дает возможность диагностировать это патологическое состояние даже при отсутствии клинических проявлений. Таким образом, это позволяет снизить риск утяжеления состояния в раннем постконтузионном периоде.

Выявлены субклинические изменения в виде «патологической зернистости» при контузионной ретинопатии, которые подтверждают значимость использования метода сканирующей лазерной офтальмоскопии в офтальмологии и позволяют уточнять степень тяжести травмы.

Предложена классификация тяжести контузионной ретинопатии, основой которой является оценка площади «патологической зернистости», выявляемой по данным сканирующей лазерной офтальмоскопии в ретро-режиме.

Представлены критерии визуализации патологических изменений при контузии глаза методом сканирующей лазерной офтальмоскопии, что позволяет повысить эффективность диагностики постконтузионных изменений.

Степень достоверности и апробация результатов

Степень достоверности полученных результатов обеспечивается научной постановкой цели и задач исследования, достаточной выборкой (85 пациентов, 170 глаз), применением современных высокоинформативных методов обследования и лечения пациентов (оптическая когерентная томография, сканирующая лазерная офтальмоскопия), а также статистической обработки результатов исследования.

Проведение диссертационного исследования одобрено Комитетом по этике научных исследований РМАПО (протокол от 20.01.2015)

Апробация диссертации состоялась 20 ноября 2019 г. на расширенном заседании кафедры офтальмологии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России (Протокол от 20.11.2019 г. № 25).

Материалы диссертации доложены на XXII Международном офтальмологическом конгрессе «Белые ночи» (Санкт-Петербург, 2016), на XVII Всероссийской Школе офтальмолога (Снегири, 2018).

Публикации

По теме диссертации опубликовано 6 научных работ: из них 3 работы – в научных рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Получен патент РФ на изобретение № 2624374 от 03.07.2017 (Приоритет от 13.11.2015)

Внедрение результатов исследования

Результаты диссертационной работы внедрены в клиническую практику 4-го офтальмологического отделения ГБУЗ "Городская клиническая больница им. С.П. Боткина ДЗМ" Филиал № 1 (Акт внедрения от 01.02.2019 г.).

Результаты научных исследований включены в соответствующие разделы Основной профессиональной образовательной программы высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации в ординатуре по специальности «Офтальмология»; в учебные планы циклов повышения квалификации врачей-офтальмологов кафедры офтальмологии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России.

Структура и объем диссертации.

Диссертация изложена на 116 страницах машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов, результатов, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы. Работа иллюстрирована 4 диаграммами, 6 таблицами и 38 рисунками. Список литературы содержит 156 источников, из них 84 – отечественных и 72 – иностранных.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 14.01.07 – Глазные болезни. Медицинские науки и области исследования: п. 1 «Разработка новых и усовершенствование известных методов обследования органа зрения и его придатков, методов диагностики различных заболеваний».

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Материал и методы исследования

Предметом исследования являлась проблема оптимизации диагностики контузионных повреждений глаза методом сканирующей лазерной офтальмоскопии

Объектом исследования являлись 85 пациентов в возрасте от 17 до 80 лет (средний возраст $35,7 \pm 13,6$ лет), мужчин – 49 (57,6%), женщин – 36 (42,3%).

Пациенты были разделены на две группы: в 1 группу вошли пациенты с травмой глаза, 2 группу составили практически здоровые пациенты, которые не имели обращений к офтальмологу (35 человек – 70 глаз).

В 1 группу было включено 50 пациентов (100 глаз) средний возраст $39,2 \pm 14,6$ лет, мужчин – 41 (82%), женщин – 9 (18%). Клинический материал группы 1 разделён на две подгруппы: 1а подгруппа – 50 глаз, подвергшихся травматическому воздействию. 1б подгруппа – 50 контралатеральных интактных глаз – группа контроля. Исключение составили 7 (14%) пациентов с эрозией роговицы в центре и 18 (36%) пациентов с гифемой (до 4-5 мм). Обследование этих пациентов проводилось на 2-3 сутки после восстановления эпителия роговицы и частичной резорбции крови достаточных для проведения исследования. Контрольные обследования пациентов с контузионной ретинопатией проводились через 7, 14 и на 25 день. Пациенты с субретинальными кровоизлияниями наблюдались в более длительные сроки (на 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 и 40 день после травмы). Пациентов 2 группы и 1б подгруппы обследовались однократно.

Всем пациентам проводилось комплексное клиническое и инструментальное обследование, которое включало: сбор и изучение анамнеза травмы, определение максимально корригируемой остроты зрения, пневмотонометрию, биомикроскопию глаза, гониоскопию, офтальмоскопию глазного дна. Инструментальное обследование включало оптическую когерентную томографию сетчатки (Cirrus HD-OCT 4000, «Carl Zeiss Meditec», США), цветное фотографирование глазного дна (AFC 230, «Nidek», Япония) и обследование глазного дна сканирующим лазерным офтальмоскопом (F-10, Nidek, Япония).

Основной принцип работы сканирующего офтальмоскопа основан на точечном лазерном сканировании сетчатки и регистрации отражённого или поглощённого излучения, проходящего через различные отверстия (апертуры). Используются лазерные источники с разной длиной волны и различные апертуры (прямые и не прямые).

В данном приборе заложена возможность исследования сетчатки четырьмя лазерными источниками – синий лазер (490нм), зелёный лазер (532нм), красный лазер (660нм) и инфракрасный лазер (790нм). Учитывая разную длину волны, реализуется разный уровень глубины исследования за счёт смены лазерного источника. На рисунке 1 показана ориентировочная возможность проникновения каждого лазера на различные уровни сетчатки.

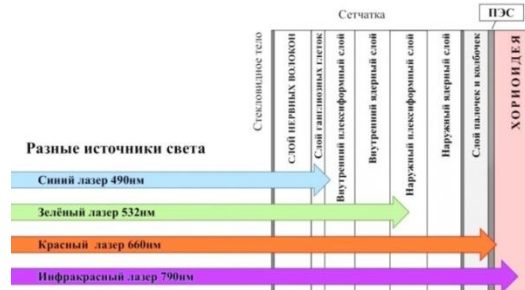


Рисунок 1. Схематическое изображение проникающей способности лазеров различной длины волны

Режим регистрации аутофлюоресценции является ценным диагностическим инструментом. Для его реализации используется режим синего лазера (490 нм) и прямая апертура. Выполняется серия сканов (использовалась серия из 15 сканов) и, в дальнейшем, осуществлялась компоновка этих изображений в одно с помощью программного обеспечения аппарата для уменьшения количества «шумов» и получения наиболее чёткого изображения. Таким образом, осуществляется регистрация аутофлюоресценции глазного дна.

В данном аппарате заложена возможность получения псевдотрёхмерных изображений в так называемом ретро-режиме. Исследование производится лазером инфракрасного диапазона (790 нм). Получения таких изображений возможно благодаря использованию специальной не прямой апертуры. Существует две такие апертуры – для правого и левого глаза, соответственно. Апертура сконструирована специальным образом так, чтобы отсекал часть отражённых лучей и регистрировать только лучи отражённые справа или слева от объекта, тем самым получая на готовом изображении тень с противоположной стороны. Использование этого режима позволяет визуализировать силуэты мельчайших изменений глазного дна (рисунок 2).

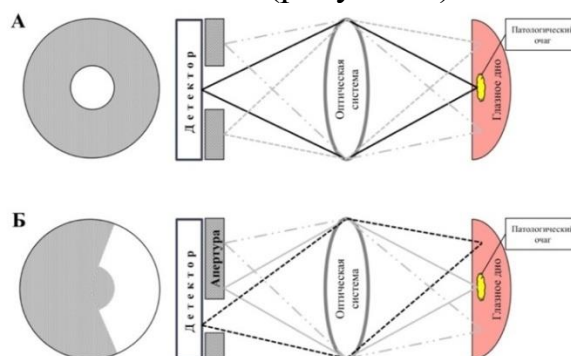


Рисунок 2. Схема работы прямой (А) и не прямой (Б) апертуры.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Клиническая характеристика нормального глазного дна при обследовании методом сканирующей лазерной офтальмоскопии

С целью получения наиболее чёткого представления о нормальном глазном дне при визуализации сканирующим лазерным офтальмоскопом для получения возможности дифференцировки вариантов нормы от патологии проведен анализ группы практически здоровых пациентов группы 2 (70 глаз) и здоровых глаз пациентов подгруппы 1б (35 глаз).

При обследовании глазного дна методом сканирующей лазерной офтальмоскопии оценивалась их рефлективность. При смене лазерного источника рефлективность диска зрительного нерва (последовательно от 490 нм до 790 нм) уменьшалась и была наименьшей в режиме инфракрасного лазера (790 нм), за счёт этого диск зрительного нерва имел наиболее тёмную окраску. Это предположительно, происходило за счет поглощения лучей красного (660 нм) и инфракрасного лазера (790 нм) решетчатой пластинкой. В ретро-режиме диск зрительного нерва визуализировался как кратерообразное углубление. По причине отсутствия флюорофоров при регистрации аутофлюоресценции, диск зрительного нерва представлялся темным, однако, на его фоне можно было различить тени крупных сосудов. Границы диска при исследовании всеми режимами были четкими.

Визуализация сосудов сетчатки была наиболее четкой при исследовании зелёным лазером (532 нм). В режиме инфракрасного лазера (790 нм) в некоторых случаях было возможно увидеть гиперрефлективные тени крупных сосудов хориоидеи. В ретро-режиме визуализации крупные ветви сосудов сетчатки представлялись в виде гипорефлективных теней. Учитывая расположение крупных сосудов во внутренних слоях сетчатки, такое представление сосудистых ветвей на изображениях в ретро-режиме связано с глубиной исследования (лазерный источник 790 нм). Нормальную аутофлюоресценцию глазного дна блокируют сосуды сетчатки и элементы крови и, таким образом, выглядят при исследовании аутофлюоресценции в виде однородных теней.

Распределение интенсивности отражения световых лучей при оценке сетчатки было однородным. Выявлено, что существуют особенности визуализации макулярной области. При исследовании синим лазером (490 нм) фовеа имела вид гипорефлективной зоны с сохранением фовеолярного рефлекса. При сканировании зелёным лазером (532 нм) гипорефлективность фовеа уменьшалась. В режиме красного лазера (660 нм) макулярная область была полностью гипорефлективной, фовеолярный рефлекс отсутствовал. При визуализации инфракрасным лазером (790 нм) распределение рефлективности сетчатки было равномерным и однородным, в том числе, и в центральной зоне. Необходимо отметить возможное наличие рефлексов с поверхности сетчатки при исследовании синим (490 нм) и зеленым (532 нм) лазерами. Также режимы этих лазеров в некоторых случаях позволяли визуализировать нервные волокна сетчатки. При сканировании в ретро-

режиме поверхность сетчатки была ровной, без каких-либо выступов или углублений (рельефных образований). Исследование аутофлюоресценции сетчатки показало нормальное распределение аутофлюоресценции со снижением интенсивности при приближении к центральной ямке, которое уменьшалось за счет уменьшения количества липофусцина клеток пигментного эпителия и блокады макулярным пигментом.

Изменение визуализации центральной зоны и диска зрительного нерва при смене лазерного источника сканирования дает возможность дифференциации различных слоёв сетчатки. Так, при сканировании синим лазером (490 нм) лучше визуализируются внутренние слои сетчатки до уровня внутреннего плексиформного слоя. Зелёным лазером (532 нм) визуализируются уровни от внутреннего плексиформного до наружного ядерного слоев. Режимы красного (660 нм) и инфракрасного (790 нм) лазеров лучше визуализируют наружные слои. Проникающая способность красного лазера (660 нм) позволяет сканировать наружные слои в пределах пигментного эпителия. Луч инфракрасного лазера (790 нм) осуществляет сканирование наружных слоёв сетчатки вплоть до хориоидеи.

Таким образом, смена режимов сканирующего лазерного офтальмоскопа позволяет детально и качественно оценить сетчатку от внутренних слоёв до наружных, а также получить дополнительную информацию с помощью ретро-режима и режима регистрации аутофлюоресценции.

Клиническая характеристика повреждений переднего отрезка глаза

Гематома век присутствовала у 10 (20%) человек, а субконъюнктивальное кровоизлияние наблюдалось у 9 (18%) пациентов. Эрозии роговицы периферической локализации отмечались в 5 случаях (10%), их наличие не влияло на качество исследования глазного дна.

Эрозии в оптической зоне были обнаружены в 7 случаях (14%) и сопровождалась локальным отёком поверхностных слоёв стромы роговицы под дефектом у 4 пострадавших (8%), в этих случаях выполнение исследования было отсрочено.

Гифема была диагностирована у 28 (56%) пациентов. Выраженное кровоизлияние в переднюю камеру (уровень крови до 4-5 мм) и густая взвесь форменных элементов крови ($n=18$, 36%) являлась ограничением к проведению обследования глазного дна, которое проводилось только после частичного рассасывания или оседания крови, в среднем, на 2 ± 1 день после травмы. Пациенты с обширной гифемой не включались в исследование, вследствие отсрочки исследования сканирующим лазерным офтальмоскопом.

Травматический мидриаз был выявлен у 11 (22%) пациентов и специального лечения не требовал. Надрывы зрачкового края встретились у 2 пациентов (4%). У 3 пациентов (6%) был диагностирован локальный иридодиализ. Во всех случаях диализ не превышал 50° и не приводил к двоению или светобоязни, в связи с чем хирургическое лечение таким пациентам не проводилось.

При гониоскопии у 3 пострадавших (6%) обнаружены зоны локального циклодиализа в пределах от 10° до 40° . Во всех случаях с помощью ультразвуковой диагностики зарегистрированы гипотонический синдром и плоская хориоидальная отслойка. На фоне проводимой консервативной терапии произошло закрытие циклодиализа и прилегание сосудистой оболочки у всех пациентов в сроки от 7 до 14 дней, что подтверждалось при гониоскопии и эхографии.

Травматическое повреждение связок хрусталика имело место в 10 случаях (20%). Во всех случаях это была сублюксация хрусталика I степени по классификации Н.П. Паштаева.

Необходимо отметить, что наличие приведенных повреждений переднего отрезка может характеризовать полученную контузию как средней тяжести или даже тяжёлую. В то же время функциональный исход повреждения зависел в основном от степени повреждения сетчатки, определяемой в первую очередь точной диагностикой повреждений заднего полюса и выбранной тактикой лечения.

Клиническая характеристика повреждений заднего отрезка

Признаки контузионной ретинопатии (берлиновского помутнения сетчатки) выявлены офтальмоскопически у 16 (32%) пациентов (рисунок 3Б) как зоны побледнения и обесцвечивания сетчатки. Однако, после обследования инструментальными методами симптомы контузионной ретинопатии выявлены у 29 человек (58%).

При обследовании методом сканирующей лазерной офтальмоскопии в режимах синего (490 нм) и зелёного (532 нм) лазеров не выявлено патологических изменений, однако патологические признаки регистрировались при обследовании в ретро-режиме, а также в режимах красного (660 нм) и инфракрасного (790 нм) лазеров, что указывало на наличие повреждений наружных слоёв сетчатки.



Рисунок 3. Пациент О., 28 л., И/Б Г11323\15 OS Тяжёлая контузия глазного яблока. А. Цветное фото глазного дна здорового глаза. Б. Цветное фото травмированного глаза: выявлена обширная область побледнения сетчатки как проявление контузионной ретинопатии ("берлиновского помутнения") в центральной, парацентральной зонах и по ходу височных сосудистых аркад

У 7 пациентов (14%) выявлена гипорефлективность центральной зоны при исследовании режимами красного (660 нм) и инфракрасного (790 нм)

лазеров (рисунок 12А), что косвенно может свидетельствовать о тяжёлом поражении сетчатки. Возможно, этот симптом является проявлением феномена расширения аваскулярной зоны сетчатки, выявляемого при проведении флюоресцентной ангиографии пациентам с контузией глаза, описанным Кашниковым В.В (2000). Данный симптом исчезал на фоне терапии при повторных исследованиях через $7 (\pm 3)$ дней.

В настоящем исследовании методом сканирующей лазерной офтальмоскопии была обнаружена патологическая зернистость, визуализируемая при использовании ретро-режима (рисунок 4) у 16 пострадавших с офтальмоскопическими признаками контузионной ретинопатии и в 13 случаях (26%) без офтальмоскопических признаков в виде побледнения сетчатки.

Такая визуализация может быть объяснена данными гистологических исследований, в которых выявлены специфические изменения при контузионной ретинопатии. Патологические изменения характеризовались отщеплением наружных сегментов фоторецепторных клеток с образованием отдельных скоплений повреждённых сегментов. Опираясь на эти данные можно думать о том, что такие скопления определяются в ретро-режиме сканирующего лазерного офтальмоскопа в виде «зернистости».

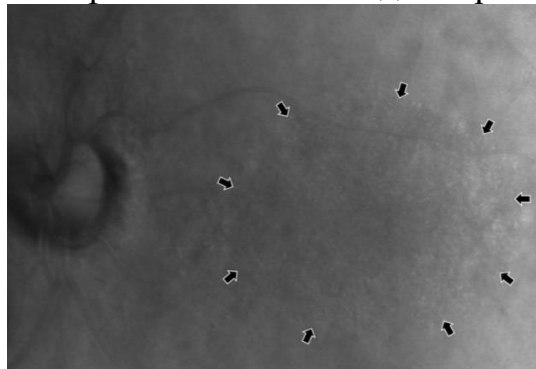


Рисунок 4. Пациент О., 28 л., И/Б Г11323\15 OS Тяжёлая контузия глазного яблока Изображение глазного дна в ретро-режиме сканирующего лазерного офтальмоскопа: визуализируется область патологической «зернистости» (граница обозначена стрелками).

Таким образом, патологическая зернистость, может считаться впервые выявленным патогномичным симптомом контузионной ретинопатии, обнаруживаемой при обследовании глазного дна ретро-режимом сканирующего лазерного офтальмоскопа.

С помощью встроенного программного обеспечения сканирующего лазерного офтальмоскопа производилось измерение площади патологической зернистости для контроля динамики процесса (рисунок 5). Наибольшая площадь патологической зернистости составила $150,5 \text{ мм}^2$, наименьшая – $1,5 \text{ мм}^2$, в среднем составляя $23,9 [10,6; 37,6] \text{ мм}^2$.

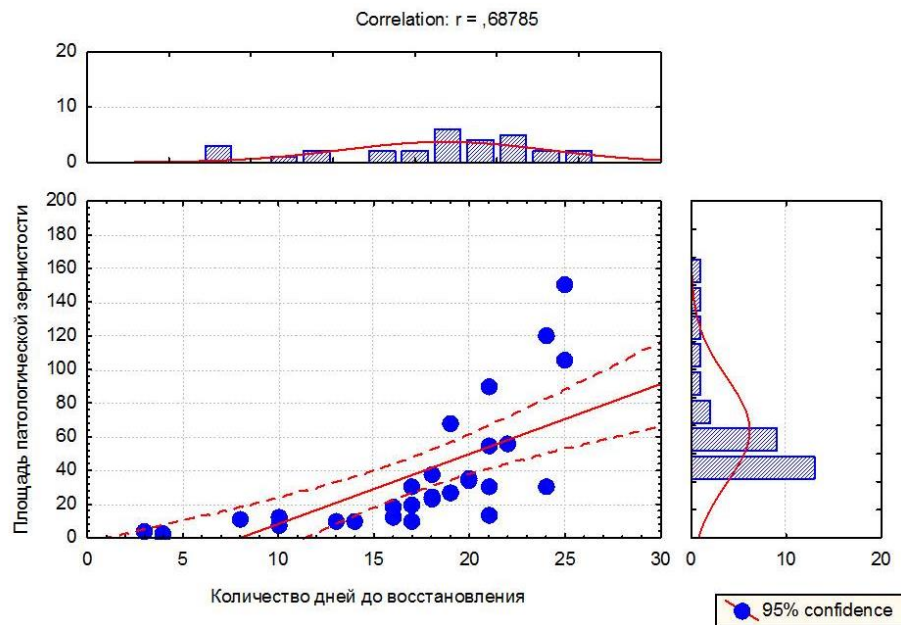
Пациентам с контузионной ретинопатией проводилось обследование в динамике на сканирующем лазерном офтальмоскопе на 7, 14 и 25 сутки после травмы. Важно отметить, что на 7 день после травмы методом обратной офтальмоскопии признаков побледнения сетчатки не обнаружено в

10 случаях, тем не менее, у 6 пациентов при осмотре глазного дна сохранялись участки побледнения сетчатки, которые исчезли на 12 ± 2 день. Общая продолжительность лечения до полного исчезновения признаков контузионной ретинопатии составляла 18 [14; 21] дней.

Для выявления зависимости величины площади патологической зернистости и окончательной остроты зрения после восстановления, был предпринят корреляционный анализ.

Диаграмма 1.

Взаимосвязь между количеством дней до восстановления максимально корригируемой остроты зрения и площадью патологической зернистости



Анализ данных диаграммы свидетельствует о том, что существует положительная корреляционную взаимосвязь между площадью патологической зернистости и количеством дней до восстановления максимальной корригируемой остроты зрения ($r=0,68$, $p<0.05$).

С учётом выявленной корреляционной взаимосвязи было предпринято разделение пациентов на подгруппы в зависимости от площади патологической зернистости. Для сравнения проводилось измерение площади патологической области и диска зрительного нерва, а затем производилось сопоставление площадей. Впоследствии проводилось чёткое наблюдение динамики методом сравнения ранних и последующих измерений площади патологических изменений. Средняя площадь диска зрительного нерва составила $2,8 \pm 0,6$ мм².

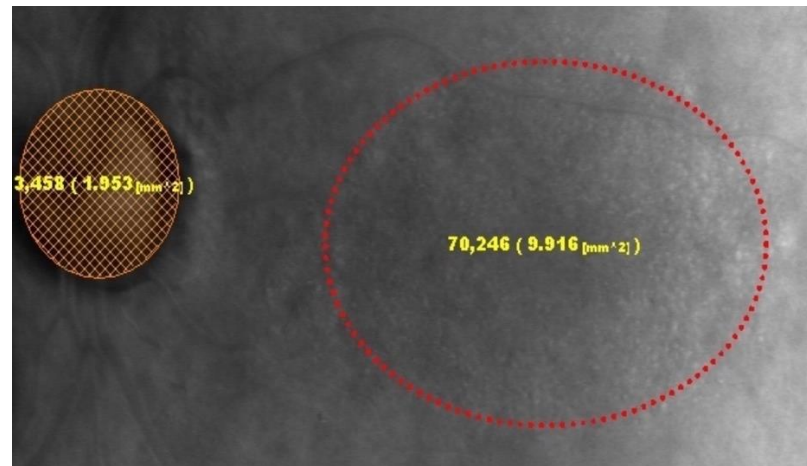
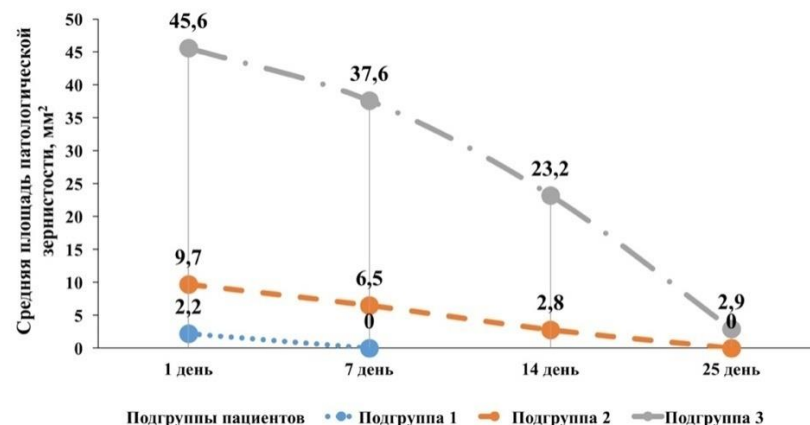


Рисунок 5. Пациент О., 28 л., И/Б Г11323\15 OS Тяжёлая контузия глазного яблока Изображение глазного дна в ретро-режиме. Используется программное обеспечение прибора: выделение области происходит вручную, площадь рассчитывается автоматически (данные приводятся в пикселях и в квадратных миллиметрах). Произведён анализ патологической области и диска зрительного нерва.

После проведения анализа и сравнения патологических изменений с площадью диска зрительного нерва все пациенты были разделены на 3 подгруппы. Первая подгруппа – площадь патологической зернистости менее площади одного диска зрительного нерва ($n=3$), вторая подгруппа – площадь патологической зернистости не более 5 площадей диска зрительного нерва ($n=4$), третья подгруппа – площадь патологической зернистости более 5 площадей диска зрительного нерва ($n=22$). Такое разделение произведено с учётом динамики регресса патологических явлений в каждой подгруппе (диаграмма 2), ввиду чего проявления контузионной ретинопатии классифицировались как лёгкие, средней тяжести и тяжёлые.

Диаграмма 2.

Динамика изменения средних значений площади патологической области у пациентов с контузионной ретинопатией



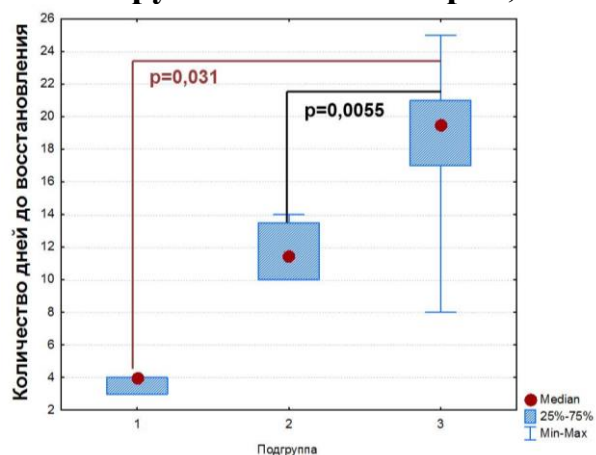
Исчезновение признаков патологической зернистости при сканировании лазерным офтальмоскопом у пациентов подгруппы 1 наступило на 7 ± 1 сутки. Обследование сканирующим лазерным офтальмоскопом дало возможность подтвердить окончание проведения лечения у пациентов этой группы и, таким образом, дополнительная терапия не требовалась. Однако при обследовании в ретро-режиме сканирующего лазерного офтальмоскопа у пациентов второй и третьей подгруппы сохранялась патологическая зернистость. Пациентам этих групп было продолжено лечение вплоть до исчезновения симптома патологической зернистости. Отсутствие патологической зернистости зарегистрировано у пациентов второй подгруппы 14 ± 1 сутки, у пациентов третьей подгруппы на 25 ± 7 день.

При уменьшении площади патологической зернистости у пациентов всех подгрупп прослеживалась положительная динамика по остроте зрения на фоне проводимой терапии. Так, у пациентов первой подгруппы отмечено повышение максимальной корригируемой остроты зрения в среднем до $0,9 \pm 0,05$ уже на 7 сутки, у пациентов второй подгруппы острота зрения восстанавливалась в среднем до $0,7 \pm 0,1$ на 14 день после травмы и до $0,9 \pm 0,1$ на 25 сутки. Наиболее продолжительным было восстановление зрения у пациентов 3 подгруппы, у которых установлено повышение максимальной корригируемой остроты зрения до $0,6 \pm 0,2$ на 14 день и до $0,8 \pm 0,2$ на 25 день после контузии.

Сопоставление количества дней до получения у больных максимальной остроты зрения было проведено в ходе дополнительного анализа с использованием критерия с помощью теста Крускала-Уоллиса. Результаты этого анализа продемонстрировали достоверное отличие количества дней между 1 и 3 подгруппой (4 [3;4] против 19,5 [17;21] дней, $p=0,0055$), и 2 и 3 подгруппой (11,5 [10;13] против 19,5 [17;21] дней, $p=0,031$).

Диаграмма 3.

Тест Крускала-Уоллиса: $p=0,0007$



Таким образом, согласно предложенной классификации тяжести контузионной ретинопатии, у большинства пациентов диагностирована

контузионная ретинопатия тяжёлой степени. Для этих пациентов характерны более длительные сроки восстановления.

Для уточнения структурных изменений сетчатки всем пациентам проводилось обследование на оптическом когерентном томографе (Cirrus HD-OCT 4000, США). Обследование проводилось в режиме 512x128 точек сканирующего паттерна.

При исследовании методом оптической когерентной томографии выявлены патологические изменения в виде дезинтеграции в эллипсоидной зоне фоторецепторов и зоне сочленения колбочек с пигментным эпителием (рисунок 6), что подтверждает данные, полученные в ретро-режиме сканирующего лазерного офтальмоскопа. У пациентов с контузионной ретинопатией не было зафиксировано значимых изменений толщины сетчатки ($p < 0,05$), что позволяет сделать заключение, что для пациентов с контузионной ретинопатией характерно отсутствие отека сетчатки.

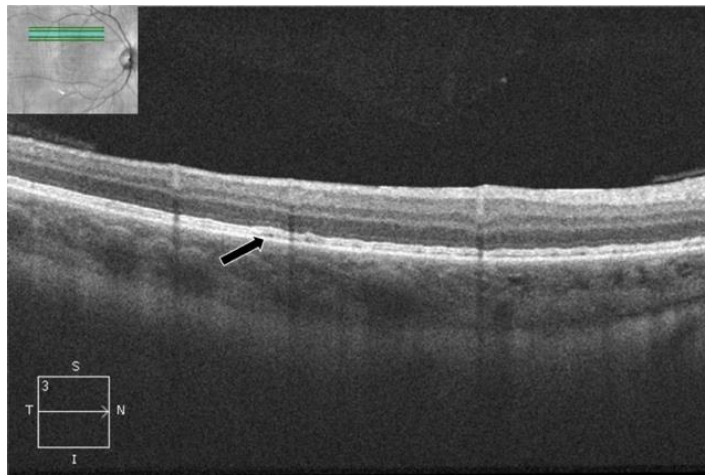


Рисунок 6. Пациент А., 64 г., И/Б Г37865\15 OS Тяжелая контузия глазного яблока ОКТ-изображение сетчатки в перифовеолярной области около верхне-височной сосудистой аркады: визуализируется повреждение в слое фоторецепторов (указано стрелкой).

Метод оптической когерентной томографии, учитывая меньшее поле исследования, не позволил выявить полную площадь патологических изменений и полностью определить их локализацию. Тем не менее, применяя этот метод, который имеет большее разрешение и позволяет оценить поперечный «срез» сетчатки, вместе с методом сканирующей лазерной офтальмоскопии, мы достигли наиболее точной диагностики контузионной ретинопатии.

Учитывая диагностические возможности сканирующего лазерного офтальмоскопа и возможность количественного анализа площади поражения при контузионной ретинопатии наряду с другими симптомами, мы считаем возможным использование метода сканирующей лазерной офтальмоскопии для оценки тяжести контузионной ретинопатии. Так, при отсутствии патологической зернистости степень тяжести оценивается как легкая; при регистрации патологической зернистости равной не более пяти площадей

диска зрительного нерва – средняя тяжесть, и при регистрации патологической зернистости на площади равной более пяти площадей диска зрительного нерва, можно говорить о тяжёлом характере повреждений (Патент РФ № 2624374. Оpubл. 03.07.2017. (Приоритет от 13.11.2015)).

В 8 случаях (16%) контузия сопровождалась субретинальным кровоизлиянием различной локализации в виде темно-красных зон с чёткими границами.

Субретинальные геморрагии различного объёма и локализации частично регистрировались при диагностике синим (490 нм) лазером, а полный объем при диагностике зелёным (532 нм) лазером и визуализировались как чёткие гипорефлективные области. При диагностике красным и инфракрасным лазером, а также в ретро-режиме признаки кровоизлияния отсутствовали. При диагностике аутофлюоресценции в случае субретинальных геморрагий определялась четкая зона гипоаутофлюоресценции, соответствующая зоне кровоизлияния, тем самым подтверждалась субретинальная локализация. В 5 случаях при обширном субретинальном кровоизлиянии (более 4 площадей диска зрительного нерва) патология была зарегистрирована при использовании красного и инфракрасного лазеров. В этих режимах диагностировалась гипорефлективная зона с нечеткими границами, соответствующая зоне кровоизлияния (рисунок 7).

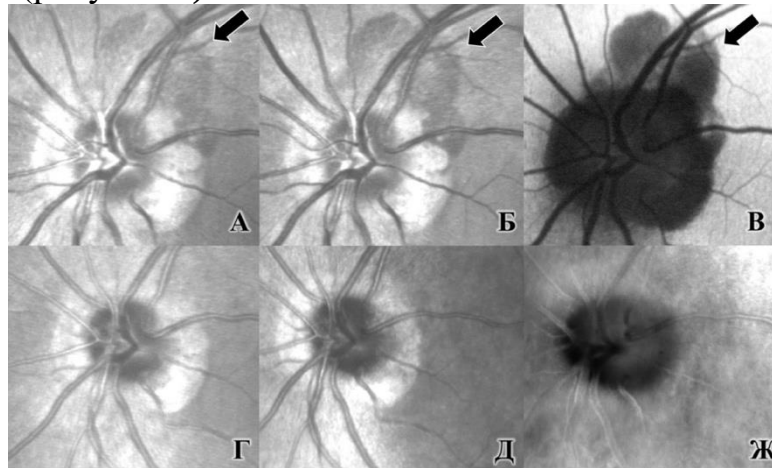


Рисунок 7. Изображение области ДЗН в различных режимах сканирующего лазерного офтальмоскопа. Стрелкой указана зона субретинального кровоизлияния. А) Синий лазер 490 нм Б) Зеленый лазер 532 нм В) Режим аутофлюоресценции Г) Красный лазер 660 нм Д) Инфракрасный лазер 790 нм Ж) Ретро-режим

На фоне проводимой терапии кровоизлияния исчезали в срок до 40 дней у 6 пациентов. У двух пациентов оставались остаточные области площадью менее $0,5 \text{ мм}^2$, которые отсутствовали при контрольном осмотре на 45 сутки после травмы. Полученные данные о площади и интенсивности кровоизлияния позволяют на практике отслеживать динамику резорбции сгустка.

Отслоение нейрoэпителия встречалось в 7 случаях (14%) контузионной травмы глаза. У 6 пациентов отслоение нейрoэпителия сопровождало субретиальные геморрагии.

По данным сканирующей лазерной офтальмоскопии отслойка нейрoэпителия визуализировалась в виде четкой зоны «подъема» сетчатки, которую возможно увидеть при сканировании в ретро-режиме (рисунок 8). Кроме того, при использовании красного и инфракрасного режимов этим зонам соответствовали гипорефлективные области в виде нечёткой гипорефлективной области.

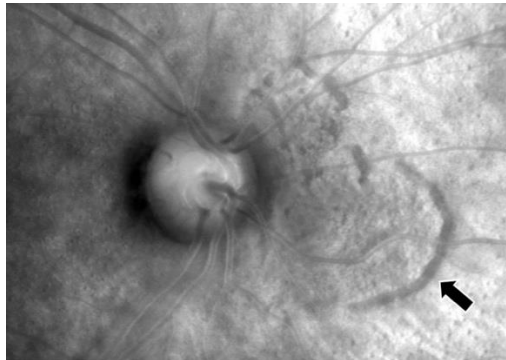


Рисунок 8. Изображение в ретро-режиме: визуализируется зона отслойки нейрoэпителия (указано стрелкой), также видна патологическая зернистость сетчатки.

В 4 случаях (8%) наблюдалась клиническая картина травматического макулярного разрыва.

Травматический макулярный разрыв при применении метода сканирующей лазерной офтальмоскопии диагностировался в режимах синего (рисунок 9А) и зелёного лазеров, что дало представление об уровне поражения сетчатки. В режимах исследования красным (660 нм) и инфракрасным (790 нм) лазерами выявлялась гипорефлективность центральной зоны (рисунок 9Б), аналогично таковому симптому при контузионной ретинопатии, что давало дополнительную информацию о тяжелом характере травмы. В ретро-режиме диагностировался разрыв с четкими границами и кистовидный отёк вокруг травматического макулярного разрыва (рисунок 10).

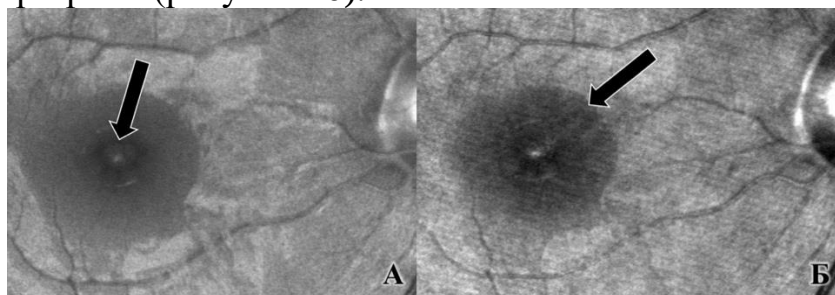


Рисунок 9. Изображение макулярной области в разных режимах сканирующего офтальмоскопа. А) Синий лазер (490 нм): видны границы травматического макулярного разрыва (указано стрелкой). Б) Красный лазер (660 нм): видна гипорефлективность макулы (указано стрелкой).

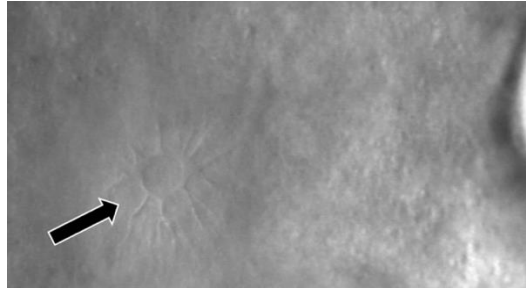


Рисунок 10. Изображение макулярной области в ретро-режиме: видны четкие границы макулярного разрыва с перифокальным кистозным отеком (указано стрелкой).

Разрыв хориоидеи методом сканирующей лазерной офтальмоскопии диагностирован в 3 случаях (6%) в виде изогнутой светлой линии, концентричной диску зрительного нерва.

Диагностика разрыва хориоидеи оказалась возможна во всех режимах сканирующего лазерного офтальмоскопа. Зона разрыва визуализируется в виде чёткой гиперрефлективной зоны (рисунок 11).

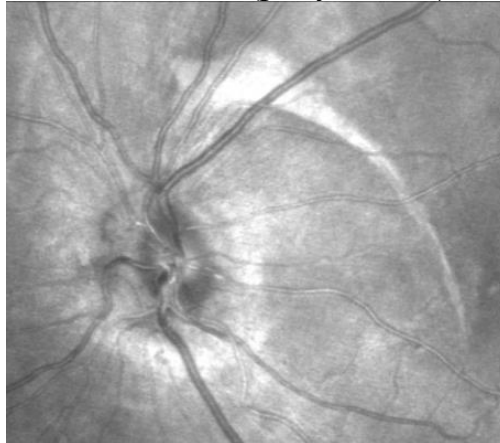


Рисунок 11. Визуализация хориоидального разрыва в режиме красного (660 нм) лазера.

У 3 пострадавших (6%) диагностирована постконтузионная гипотоническая ретинопатия, которая развивалась на фоне циклодиализа ($n=3$, 6%) и плоской отслойки сосудистой оболочки и визуализировалась как феномен «фигуры звезды» в режимах лазеров с различной длиной волны (рисунок 12).

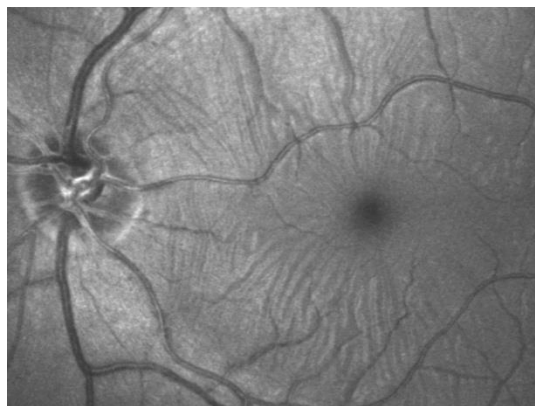


Рисунок 12. Изображение в режиме синего (490 нм) лазера: визуализируется складчатость сетчатки

Признаки травматической оптической нейропатии в нашем исследовании были выявлены у одного пациента (2%). Наиболее ценными в диагностике травматической оптической нейропатии оказались режимы красного, и инфракрасного лазеров, позволяющие визуализировать отёк диска зрительного нерва и стушеванность границ (рисунок 13А). Диагностика в ретро-режиме позволила выявить проминенцию диска зрительного нерва за счёт отёка и кровоизлияний. На фоне проводимого лечения симптомы значительно уменьшились через 7 дней (рисунок 13Б) лечения и отсутствовали уже на 14 день проводимой терапии.

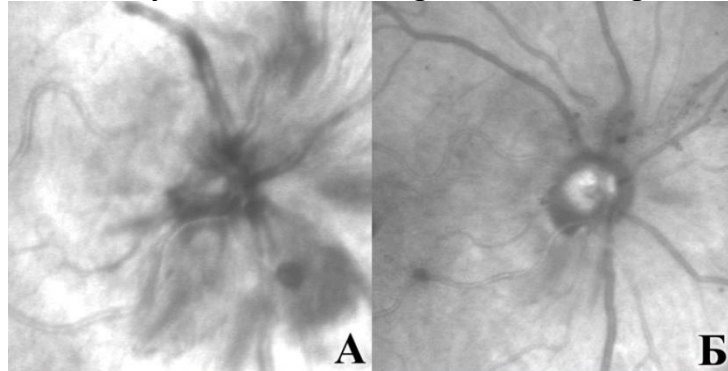


Рисунок 13. Изображения, полученные при помощи красного (660 нм) лазера сканирующего офтальмоскопа А) Травматическая оптическая нейропатия в остром периоде: видны стушеванность границ диска зрительного нерва и геморрагии, вены расширены и извиты. Б) Вид ДЗН через 7 суток после начала лечения: границы диска чёткие, произошла практически полная резорбция кровоизлияний.

Привлек интерес встретившийся случай нарушения кровообращения в системе нижневисочной ветви центральной артерии сетчатки, визуализирующийся на изображениях глазного дна при использовании синего и зеленого лазеров (490 нм и 532 нм соответственно) (рисунок 14). В дальнейшем в течении 1 месяца сформировалась обширная зона хориоретинальной дистрофии, проявляющаяся областью гипо- и гиперрефлексии на снимках с использованием цветных лазеров различной длины волны и в режиме регистрации аутофлюоресценции (рисунок 15). Что требует дальнейшего сбора и изучения подобных наблюдений.

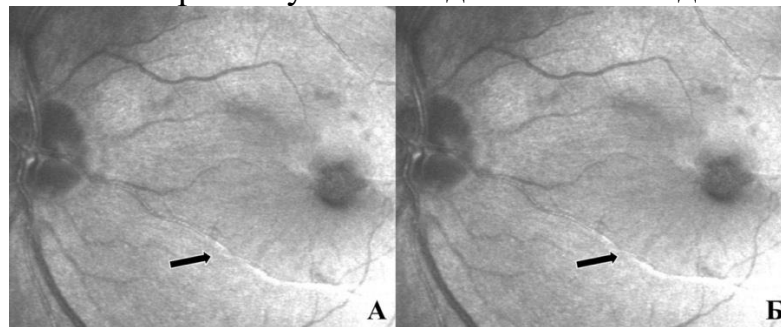


Рисунок 14. Визуализация при использовании синего 490 нм (А) и зелёного 532 нм (Б) лазеров. Нарушение кровообращения в системе нижневисочной ветви центральной артерии сетчатки (указано стрелкой)

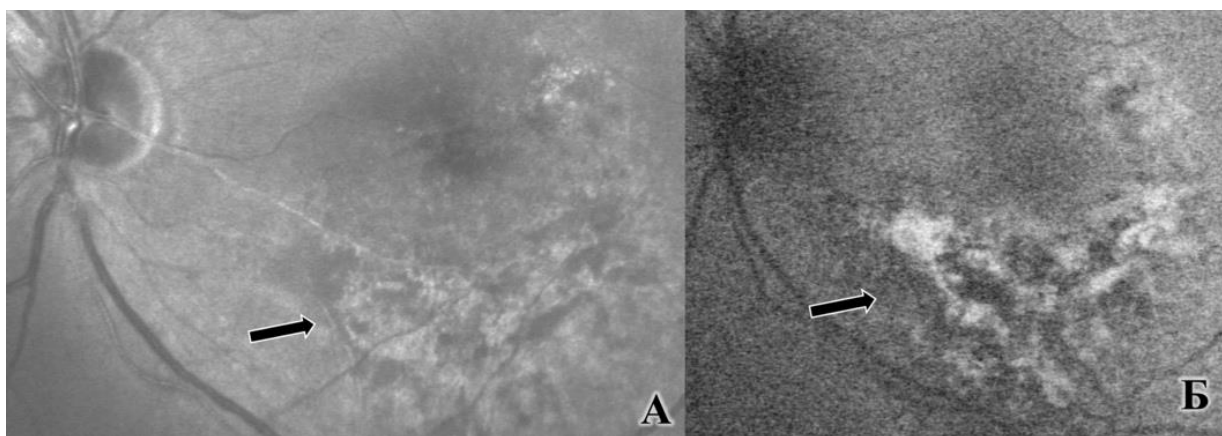


Рисунок 15. Формирование зоны хориоретинальной дистрофии через 30 дней после нарушения кровообращения ветви центральной артерии сетчатки (указано стрелкой). А) Синий лазер 490 нм Б) Регистрация аутофлюоресценции

Общие данные о патологических симптомах, выявленных методом непрямой офтальмоскопии и методом сканирующей лазерной офтальмоскопии представлены в таблице 2.

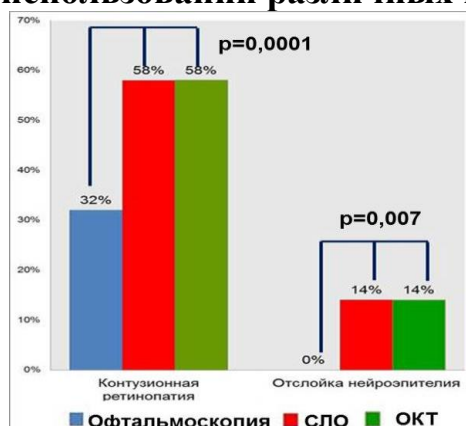
Таблица 2.

**Клиническая симптоматика повреждений заднего полюса
выявляемая разными методиками**

Симптом	Офтальмоскопия	СЛО	ОКТ
Контузионная ретинопатия	16 (32%)	29 (58%)	29 (58%)
Субретинальное кровоизлияние	8 (16%)	8 (16%)	8 (16%)
Травматический макулярный разрыв	4 (8%)	4 (8%)	4 (8%)
Разрыв хориоидеи	3 (6%)	3 (6%)	3 (6%)
Гипотоническая ретинопатия	3 (6%)	3 (6%)	3 (6%)
Травматическая оптическая нейропатия	1 (2%)	1 (2%)	1 (2%)
Нарушение кровообращения в системе нижневисочной ветви ЦАС	1 (2%)	1 (2%)	1 (2%)
Отслойка нейроретинии		7 (14%)	7 (14%)

Диаграмма 4.

Частота выявления контузионной ретинопатии и отслойки нейрорепителля при использовании различных методов диагностики



Анализ данных таблицы 2 и диаграммы 4 свидетельствуют о том, что метод сканирующей лазерной офтальмоскопии достоверно позволяет выявлять признаки контузионной ретинопатии ($p=0,0001$) и диагностировать отслойку нейрорепителля ($p=0,007$), чаще чем при офтальмоскопии. При этом частота выявления этих патологических феноменов при исследуемом методе сопоставима с частотой их выявления при оптической когерентной томографии. Это подтверждает высокую диагностическую значимость сканирующей лазерной офтальмоскопии и может являться основой для ее применения, как изолированно, так и в комплексной диагностике глазных травм.

Однако, в тяжелых случаях наиболее полную диагностическую информацию можно получить при использовании метода сканирующей лазерной офтальмоскопии совместно с другими инструментальными методами исследования.

Данный метод целесообразно применять перед диагностикой методом оптической когерентной томографии. Это обусловлено меньшим полем исследования оптического когерентного томографа, который, однако, имеет большую разрешающую способность. Так, сканирующий лазерный офтальмоскоп позволял выявлять основной объем диагностической информации и топографию повреждений, а метод оптической когерентной томографии применялся для уточнения патологических изменений в необходимой зоне глазного дна.

ВЫВОДЫ

1. При проведении обследования глазного дна пациентов методом сканирующей лазерной офтальмоскопии необходимо соблюдение последовательности применения лазерных режимов (режим синего лазера 490 нм, зеленого лазера 532 нм, красного лазера 660 нм, инфракрасного лазера 790 нм, ретро-режим, режим регистрации аутофлуоресценции), что обеспечивает высокую точность диагностики патологических изменений.

2. Особенностью визуализации глазного дна здоровых пациентов методом сканирующей лазерной офтальмоскопии является увеличение рефлексивности центральной зоны и уменьшение рефлексивности диска зрительного нерва при смене длины волны лазерного источника (последовательно от 490 нм до 790 нм).

3. В диагностике отслойки нейроретина и контузионной ретинопатии сканирующая лазерная офтальмоскопия достоверно превосходит методику офтальмоскопии ($p=0,007$, $p=0,0001$, соответственно) и может быть альтернативой в выявлении этих повреждений традиционному методу оптической когерентной томографии. Установлено, что данные, полученные методом сканирующей лазерной офтальмоскопии в сочетании с оптической когерентной томографией, при диагностике закрытых травм глаза позволяют наиболее точно определить характер и объем повреждения заднего отдела глаза, что позволяет повысить эффективность диагностики постконтузионных изменений.

4. Выявлено, что проявлением контузионной ретинопатии при контузии глаза по данным сканирующей лазерной офтальмоскопии является «патологическая зернистость», которая визуализируется при использовании ретро-режима сканирующего лазерного офтальмоскопа. Площадь «патологической зернистости» по данным сканирующей лазерной офтальмоскопии напрямую взаимосвязана с количеством дней до восстановления максимальной остроты зрения ($r=0,68$, $p<0,05$).

5. Разработана рабочая классификация тяжести поражения сетчатки основой которой является оценка площади «патологической зернистости», выявляемой по данным сканирующей лазерной офтальмоскопии в ретро-режиме. Контроль площади патологических зон в сетчатке методом сканирующей лазерной офтальмоскопии позволяет мониторировать состояние структур глазного дна, оценивать динамику процесса и эффективность проводимой терапии.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для более точной оценки степени травматического повреждения глаза в диагностический алгоритм, помимо стандартного клинического обследования, целесообразно включить применение сканирующей лазерной офтальмоскопии.

2. Для оценки изображений, полученных при сканировании лазерным офтальмоскопом, предложено использование следующего алгоритма анализа: рекомендовано начинать с рассмотрения сканов, полученных при использовании лазеров с различной длиной волны, учитывая различную проникающую способность. Следует рассматривать снимки, полученные синим лазером (490 нм), затем зелёным лазером (532 нм), далее красным (660 нм) и инфракрасными (790 нм) лазерными режимами. Затем – изображения, полученные в ретро-режиме и в режиме регистрации аутофлюоресценции.

3. При отсутствии офтальмоскопических признаков контузионных повреждений глазного дна при снижении зрительных функций рекомендовано стандартное офтальмологическое обследование и диагностика глазного дна методом сканирующей лазерной офтальмоскопии с целью выявления субклинических проявлений контузионной ретинопатии. При выявлении тяжёлого или средне-тяжёлого поражения сетчатки согласно введённой классификации необходимо применение оптимальной по срокам терапии.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Овсянко А.А. Сканирующая лазерная офтальмоскопия в диагностике посттравматических изменений глаза. Клинический случай // VI конференция молодых учёных РМАПО: Современная медицина: традиции и инновации. Сборник материалов конференции – Москва, 2015. – С.256-259
2. Кочергин С.А., Овсянко А.А. Случай тяжелой контузии глаза: современные аспекты диагностики и лечения // «190 лет. Московская глазная больница» Сб. науч. тр. Москва, 2016, С.241-246
3. Кочергин С.А., Клещева Е.А., Овсянко А.А., Слонимский С.Ю., Гупало О.Д. Опыт применения сканирующей лазерной офтальмоскопии в диагностике посттравматических изменений глазного дна // РМЖ «Клиническая Офтальмология». 2017. №2. С. 89-94; 6/1,2 с. ИФ – 0,776
4. Кочергин С.А., Клещева Е.А., Овсянко А.А., Слонимский С.Ю., Гупало О.Д. Метод сканирующей лазерной офтальмоскопии в диагностике контузионной ретинопатии // Катарактальная и рефракционная хирургия. 2017. Т. 17. № 2. С. 43-47; 5/1 с.
5. Кочергин С.А., Слонимский С.Ю., Овсянко А.А., Гупало О.Д. Некоторые аспекты применения сканирующей лазерной офтальмоскопии в диагностике офтальмопатологии // Офтальмология. 2017. Т. 14. № 3. С. 227-232; 6/1,5 с. ИФ – 0,776
6. Овсянко А.А. Использование режимов сканирующего лазерного офтальмоскопа для визуализации травматических изменений глазного дна // VIII Конференция молодых ученых РМАНПО с международным участием «Горизонты медицинской науки»: сборник материалов конференции; ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования». М.: ФГБОУ ДПО РМАНПО, 2017. Т. II. С.72-74
7. Патент РФ на изобретение (Приоритет от 13.11.2015) «Способ определения посттравматических изменений глазного дна и уточнения тяжести поражения» № 2624374 от 03.07.2017