

Министерство здравоохранения России
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
дополнительного профессионального образования
**РОССИЙСКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ
НЕПРЕРЫВНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

На правах рукописи

Овсянко Алексей Александрович

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

14.01.07 – Глазные болезни

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, профессор **Кочергин С.А.**

Москва 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	11
1.1 Эпидемиология травм глаза.....	11
1.2 Структура глазного травматизма.	12
1.3 Механизм глазной травмы	15
1.4 Клинические проявления травмы глаза	16
1.5 Диагностические методики, применяемые для исследования глаза.....	24
1.6 Метод сканирующей лазерной офтальмоскопии в диагностике заболеваний сетчатки.....	32
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	35
2.1 Общая клиническая характеристика пациентов.....	35
2.2 Методы клинического обследования	39
2.3 Методика сканирующей лазерной офтальмоскопии	40
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	44
3.1. Клиническая характеристика нормального глазного дна при обследовании методом сканирующей лазерной офтальмоскопии.....	44
3.2 Клиническая симптоматика травматических повреждений органа зрения ..	49
3.2.1 Клиническая характеристика повреждений переднего отрезка глаза .	49
3.2.2 Клиническая характеристика повреждений заднего отрезка	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	90
ВЫВОДЫ	95
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	97
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	98

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время травма глаза не теряет свою значимость в структуре офтальмопатологии, а число пострадавших может достигать 114,5 пострадавших на 100 000 человек [29]. По данным статистического анализа причин первичной инвалидности по зрению в Российской Федерации одним из первых мест в структуре являются последствия травмы органа зрения - 16,3% [54].

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 глаза. В некоторых случаях даже незначительные изменения глазного дна приводят к стойкому снижению зрения [28, 86, 90, 149].

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 патологии, 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.

В настоящий момент в офтальмологии широкое распространение получает метод сканирующей лазерной офтальмоскопии. Эта методика применяется в диагностике патологии глазного дна у пациентов, страдающих глаукомой, сахарным диабетом, регматогенной отслойкой сетчатки, возрастной макулярной дегенерацией. Исследование позволяет оценивать состояние зрительного нерва,

сетчатки и хориоидеи, и определять глубину структурных изменений и их топографические особенности [5, 7, 34, 141].

Тем не менее, в доступной литературе не найдено данных по применению сканирующей лазерной офтальмоскопии в диагностике изменений глазного дна у пациентов с механической 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: оптимизация диагностики контузионных изменений глаза.

В процессе исследования были определены следующие **задачи:**

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.

Научная новизна

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:

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

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

Впервые методом сканирующей лазерной офтальмоскопии выявлены изменения, характерные для контузионной ретинопатии, проявляющиеся в виде патологической зернистости. Площадь патологической зернистости позволяет уточнить степень тяжести контузии (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 при исследовании методом сканирующей лазерной офтальмоскопии.

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

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.

Предмет исследования

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

Объект исследования

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%).

Методологическая база исследования

Клиническое исследование проводилось на базах кафедры офтальмологии ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ в период с сентября 2014 года по сентябрь 2016 года.

Пациентам проводилось комплексное клиническое и инструментальное обследование, которое включало: сбор и изучение анамнеза травмы, определение максимально корригируемой остроты зрения, определение критической частоты

слияния мерцаний, пневмотонометрию, биомикроскопию глаза, гониоскопию, офтальмоскопию глазного дна. Инструментальное обследование включало в себя рентгенографию орбит, ультразвуковую эхографию, оптическую когерентную томографию сетчатки, цветное фотографирование глазного дна и обследование глазного дна сканирующим лазерным офтальмоскопом.

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 мониторинге динамики травматических повреждений и эффективности терапии и составлении прогноза.

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.

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

Внедрение результатов исследования

Результаты диссертационной работы внедрены в клиническую практику 4го 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.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационное исследование соответствует формуле 14.01.07 – Глазные болезни и области исследования: п. 1 «Разработка новых и усовершенствование

известных методов обследования органа зрения и его придатков, методов диагностики различных заболеваний».

Публикации

По теме диссертации опубликовано 6 научных работ: из них три работы – в научных рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Получен патент на изобретение № 2624374 от 03.07.2017 (Приоритет от 13.11.2015)

Личный вклад автора в проведённое исследование.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии во всех этапах выполнения диссертационного исследования: проведен анализ отечественной и зарубежной литературы по изучаемой теме, доказана степень разработанности проблемы, сформулированы цель и задачи диссертационного исследования, сформирован подход к решению задач. Проведено обследование, лечение и наблюдение за пациентами. Самостоятельно произведен анализ полученных результатов и их статистическая обработка, на основании чего были сформулированы положения, выносимые на защиту, выводы и практические рекомендации.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационное исследование соответствует формуле 14.01.07 «Глазные болезни» и области исследования: п. 1 «Разработка новых и усовершенствование известных методов обследования органа зрения и его придатков, методов диагностики различных заболеваний».

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

7 диаграммами, 6 таблицами и 38 рисунками. Список литературы содержит 156 источников, из них 84 – отечественных и 72 – иностранных.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Эпидемиология травм глаза

Травмы органа зрения представляют сложную клиническую и социальную проблему. Они являются одной из основных причин потери зрения [29, 54, 78]. Данные Всемирной организации здравоохранения свидетельствуют о том, что ежегодно различные травмы глаза получают 55 млн. человек, из них требуют госпитализации в среднем 750 тыс. случаев [127]. При этом, по результатам исследований частота возникновения травмы глаза в течение жизни составляет 20% [108, 123, 150]. Согласно общемировой статистике травма глаза чаще всего встречается у мужчин в двух возрастных группах: первую группу составляют молодые люди в позднем подростковом возрасте и в возрасте ранней зрелости, а вторую – люди пожилого возраста после 70 лет [112, 143, 150].

Причины глазной травмы многообразны. Особое место в этой структуре причин занимает производственный травматизм, указывающий на недостаточную эффективность профилактических мер на рабочих местах [97, 122, 144, 155]. Частой причиной травм глаза являются предметы спортивного инвентаря, такие, как мячи, метательные снаряды, клюшки и ракетки. Список видов спорта, ассоциированных с глазным травматизмом, включает хоккей, теннис, бейсбол, бокс и, в последнее время, пейнтбол [79]. Ещё одним источником повреждений органа зрения является физическое насилие, а также срабатывание подушки безопасности при дорожно-транспортных происшествиях [118]. Распространена глазная травма и у детей: к ее возникновению приводят удары по глазу, получаемые в ходе игр.

Частота глазного травматизма в России по данным последних лет, достигает 114,5 человек на 100 000 населения [29]. Однако, спектр причин глазного травматизма среди граждан России существенно отличается от общемировой статистики: наиболее часто встречаются травмы бытового (63,6%) и криминального (13,6%) характера [41]. При этом, более чем в 54% случаях возникновение травмы глаза сопряжено с алкогольным или наркотическим опьянением, а пострадавшими в 32% случаев являются лица без определенных

занятий – юридически или фактически безработные [53]. Очевидно, что снижение глазного травматизма может быть достигнуто при улучшении социально-экономических условий, однако, мероприятия, направленные на борьбу с профилактикой травм глаза, будут представлять повышенный интерес еще долгое время.

Таким образом, травма глаза в настоящее время остаётся важной клинической и социальной проблемой, поэтому совершенствование подходов к диагностике и лечению является актуальным вопросом современной офтальмологии.

1.2 Структура глазного травматизма.

Многообразие клинических проявлений при травмах глаза долгое время препятствовало созданию ясной, клинически обоснованной и воспроизводимой классификации. Длительное время общепринятой и наиболее распространенной в России считалась классификация травм глаза Б.Л.Поляка, согласно которой все механические повреждения органа зрения можно разделить на ранения и контузии. Ранения по отношению к главному яблоку делятся на проникающие и непроникающие. При проникающих ранениях уточняется наличие или отсутствие инородного тела внутри глаза. Кроме того, в структуре проникающих выделяют ранения, при которых одно ранящее тело дважды прободает все оболочки главного яблока – сквозные ранения, и образует не только входное, но и выходное раневое отверстие. И отдельно выделяют разрушение глаза, при котором происходит практически полную утрату всех глазных оболочек, которые не поддаются дифференциации, и отсутствует возможность хирургического восстановления анатомической целостности глаза. В свою очередь, среди ранений по локализации можно выделить склеральные, роговичные и смешанного типа - роговично-склеральные [65, 67, 69].

Неоднозначность терминологии, используемой как в российской, так и в общемировой литературе, привела к необходимости стандартизации определений глазной травматологии. На основании Бирмингемской терминологии (Birmingham

Eye Trauma Terminology) Kuhn F. и соавт. (1996г.) была разработана стандартизованная классификация глазных травм (Рисунок 1) [115, 128].

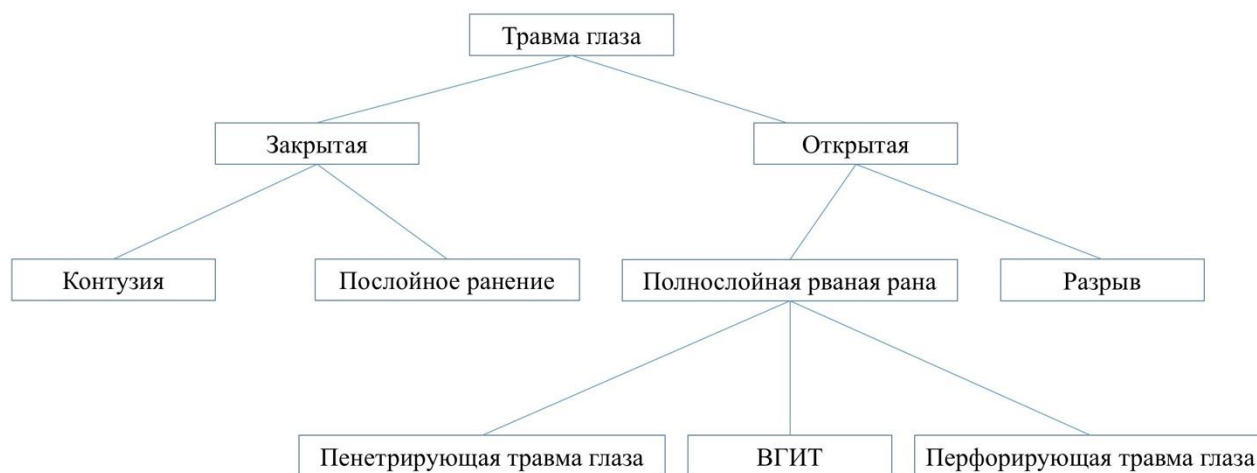


Рисунок 1. Классификация глазной травмы по Kuhn F. и соавт. на основании Бирмингемской терминологии (Birmingham Eye Trauma Terminology, BETT).

Особое место в структуре глазного травматизма занимают тупые травмы глаза – контузии. Доля контузий среди всех стационарных больных с повреждениями органа зрения составляет 42-51%, являясь по данным многих авторов наиболее распространенным видом травм глаза. Число их сопоставимо, а порой и превышает число ранений органа зрения [22, 31, 46, 76]. Удар тупым предметом может не привести к сквозному дефекту в стенке глазного яблока, но ударная волна может значительно повредить ткани, достигнув заднего полюса.

Рядом авторов принято выделять четыре степени тяжести контузии. Так, при легкой контузии (I степень) происходят изменения, которые не вызывают снижения зрения. Травмы средней тяжести (II степень) встречаются в 15,4-23,1% случаев и характеризуются изменениями, временно снижающими остроту зрения: непроникающими повреждениями и отеком роговицы, гифемой, повреждениями зрачкового края радужной оболочки или повреждением интраокулярных мышц [72, 75]. Главной характеристикой тяжелой контузии (III степень) является стойкое снижение остроты зрения более 50%. При такой травме может происходить пропитывание роговицы кровью, обширный иридодиализ, разрыв радужной

оболочки, сублюксация или люксация хрусталика, разрыв хориоидеи или сетчатки, отслойка сетчатки, повреждения зрительного нерва, гемофтальм, ретинальные и субретинальные кровоизлияния. Доля таких повреждений варьирует от 61,4% до 67,3% по данным разных авторов [21, 72, 75]. Особо тяжелая контузия (IV степень), характеризуется размождением глаза, повреждением или отрывом зрительного нерва с последующим отсутствием зрения [61, 63, 67].

Для классификации закрытых травм глаза по степени тяжести в настоящее время предложена классификация В.В. Волкова и соавторов (Таблица 1) [82].

Таблица 1.

Классификация закрытой травмы глаза по степени тяжести (Волков В.В., Даниличев В.Ф., Ерохин И.А., Шиляев В.Г., Шишкин М.М.)

Степень тяжести	Клинические проявления	Прогноз для зрения и длительность лечения
Лёгкая	Инородные тела на конъюнктиве или в поверхностных слоях роговицы, субконъюнктивальные кровоизлияния (гипосфагмы), периферические эрозии роговицы, кольцо Фоссиуса – пигментный отпечаток на передней капсуле хрусталика	Благоприятный (полное восстановление). Практически все возвращаются к труду в течение 2 недель
Средняя	Непрободные ранения глазного яблока, отёк, несквозной надрыв в поверхностных и глубоких слоях роговицы, обширная гифема, парез внутриглазных мышц, надрыв зрачкового края радужки, ограниченное берлиновское помутнение сетчатки на периферии	Относительно благоприятный (незначительный ущерб) Большая часть пострадавших возвращается к труду. Лечение в стационаре 4-8 недель

Тяжёлая	Имбибиция роговицы кровью, тотальная гифема, обширный разрыв или отрыв радужки, помутнение, подвывих или вывих хрусталика, или афакия, частичный или тотальный гемофтальм, разрыв или отслойка сосудистой оболочки или сетчатки, берлиновское помутнение в центральном отделе глазного дна	Сомнительный (значительный ущерб) Небольшая часть пострадавших возвращается к труду. Лечение более 2 месяцев
Крайне тяжёлая	Отрыв (разрыв, сдавление в косном канале) зрительного нерва	Неблагоприятный из-за полной и необратимой утраты зрительных функций. Стационарное лечение в течение многих месяцев. Инвалидность по зрению

Учитывая приведённые варианты классификаций контузионных повреждений, информативность и точность диагностики позволяет оценивать тяжесть полученных повреждений, а также устанавливать правильный диагноз и назначать необходимую терапию. Необходимо принимать во внимание, что сроки стационарного лечения не могут являться критериями оценки степени тяжести травмы.

1.3 Механизм глазной травмы

Диапазон клинических проявлений при контузионной травме может варьировать в широких пределах – от небольшой подкожной гематомы век и легкого субконъюнктивального кровоизлияния до разрушения глазного яблока. На их возникновение влияет ряд факторов: форма и размер травмирующего предмета,

энергия и точка приложения удара, положение глаза в орбите относительно костных стенок орбиты в момент получения травмы, состояние глаза до момента контузии (ранее перенесенные операции и заболевания [30, 75].

Как и у любого заболевания, у травмы глаза существуют свои особенности патогенеза. Биомеханика тупой глазной травмы была изучена профессорами Катуковым А.Ю. и Сомовым Е.Е. с помощью трехмерного компьютерного моделирования. Согласно данным этих авторов, глазное яблоко при встрече с травмирующим агентом последовательно проходит несколько фаз. Принципиально выделяется стадия компрессии и стадия декомпрессии. После встречи травмирующего агента с глазным яблоком последовательно происходят деформационные изменения сначала в зоне взаимодействия, а в дальнейшем и в других частях глаза. Наконец, достигнув пиковой компрессионной деформации глаза, иссякает кинетическая энергия травмирующего агента и начинается стадия декомпрессии [75].

Одновременно с началом компрессионной стадии происходит повышение внутриглазного давления за счёт гидродинамических сдвигов. За счет резкого изменения внутриглазного давления и гидродинамических сдвигов происходит целый каскад ответных реакций. Возникает рефлекторное расширение сосудов внутри глаза, повышается проницаемость сосудистой стенки. При контузии наблюдается повышение проницаемости сосудистой стенки также и на здоровом глазу, что указывает на рефлекторное раздражение вазоконстрикторов и вазодилататоров. При этом, к дилатации сосудов, по мнению Duke-Elder W.S. (1954), приводит высвобождение во время ишемии гистамина. Возникает адаптационный синдром, активируется вегетативная нервная система, за счёт механизмов регуляции происходит регуляция трофических процессов для поддержания гомеостаза. [1, 29, 36, 37].

1.4 Клинические проявления травмы глаза

Основным проявлениям полученных контузионных повреждений были: гифема в 43,3-57,5%, гемофтальм в 36,6-37,7%, берлиновское помутнение сетчатки 25,8-46,7%, разрывы склеры 14,4-19,1%, подвывих хрусталика 7,9-13,3% и

различные виды его вывихов (6-10%), травматическая катаракта 1,8-7,8%, патология зрительного нерва 1,1-4,4%. Наконец, у части пострадавших было зафиксировано развитие реактивной офтальмогипотонии (11,1-11,9%) или офтальмогипертензии 2,3-25,6% [49, 63]. Важным аспектом является патология, возникающая в зоне контрудара и проявляющаяся геморрагическим синдромом (13,2%), дистрофическими процессами (57,3%) и альтеративными процессами (29,5%) [60].

Тяжёлыми проявлениями контузий, по данным крупномасштабных исследований, являются отслойка сетчатки – в 44% случаев, контузионная ретинопатия – в 21%, витреальные геморрагии – в 11%, хориоидальные разрывы – 8%, эвulsive зрительного нерва – в 1% случаев [88].

По данным других исследователей, частота встречаемости разных клинических проявлений повреждения внутриглазных структур после механической травмы глаза разнородна: гиома встречается по разным данным от 22,9% до 76,3% наблюдаемых случаев, повреждения радужной оболочки в 9,6%-12,9% случаев, дислокации хрусталика различной степени 4%-36,1%, кровоизлияние в стекловидное тело 19%-41,7%, отек сетчатки зарегистрирован у 21,3% случаев, хориоидальные разрывы у 2,7%-5%, повреждения сетчатки (разрывы, отрывы, отслойка) встречались у 2,0%-10% [45, 75, 78, 79].

Патологические изменения, возникшие после получения травмы, можно разделить на два основных типа: патология, развивающаяся непосредственно за счёт механического повреждения и патология, возникшая впоследствии, за счёт изменения гемо- и гидродинамики [29, 30, 67]. Также, после механического повреждения возникает целый каскад биохимических реакций: повышение уровня протеиназ и их ингибиторов, активация свертывающей системы крови, активация ренин-ангиотензиновой системы, усиление процессов перекисного окисления липидов, происходит несколько волн активации каллекриин-кининовой системы, нарастает эластазная активность [11, 61].

Очень важной и решающей для исхода травмы является патология заднего отрезка глаза. С учетом повреждения таких тонких и чувствительных структур как

сетчатка, зрительный нерв и хориоидея, прогноз заболевания в отношении остроты зрения в большинстве случаев зависит от исходного состояния и степени повреждения этих структур.

Преретинальные кровоизлияния часто располагаются в центральной зоне, имеют интенсивный красный цвет и чёткую верхнюю горизонтальную границу. При локализации геморрагии в центральной зоне под внутренней пограничной мембраной ее называют субмембранозной геморрагической макулярной кистой [125]. Тактика лечения может включать в себя эвакуацию крови при помощи дренирования неодимовым YAG-лазером [87, 101]. Методика впервые описана Faulborn в 1988 году [102].

Инtrarетинальные кровоизлияния многообразны по величине, форме и местоположению. Такие кровоизлияния могут быть сгруппированы в одном месте или распространены по главному дну [45].

Субретинальные геморрагии могут локализоваться как перед пигментным эпителием сетчатки, так и под ним. В случае субретинального кровоизлияния в течение суток по данным авторов происходит повреждение фоторецепторов, характеризующееся их дезинтеграцией, отеком, а также кариопикнозом наружного ядерного слоя. Гибель фоторецепторов происходит, в том числе, и за счет механического воздействия кровяного сгустка [105]. Субретинальные геморрагии в центральной зоне могут вызвать отслойку сетчатки [29, 79].

Последствия кровоизлияний различны: в некоторых случаях они проходят бесследно, однако в других случаях могут приводить к дистрофическим изменениям. Описаны случаи формирования субретинальной неоваскулярной мембраны в отдалённом периоде [29]. Общие принципы лечения геморрагических посттравматических изменений включают в себя гемостатическую, рассасывающую терапию [29, 45].

При повреждении центральной зоны сетчатки возможно необратимое снижение зрения. По данным зарубежной литературы у 40% пациентов с повреждением центральной зоны наблюдается постоянное снижение зрения [78].

Такая патология, как контузионная ретинопатия по данным авторов встречается в 21,3% случаев. Более классическое название проявления этой патологии в макулярной области – берлиновский отёк сетчатки, названное в честь немецкого офтальмолога R.Berlin, впервые описавшего этот феномен в 1873 году. Клинически данная патология проявляется в виде участков светлого или белесоватого помутнения сетчатки, иногда образуя обширные области [29, 75, 78]. По своей морфологической природе причиной данного феномена является повреждение наружных отделов сетчатки, в частности набухание нервных волокон и отростков мюллеровских клеток, отщепление наружных сегментов фоторецепторов от внутренних сегментов фоторецепторов с образованием скоплений, внутриклеточные повреждения клеток пигментного эпителия [129] (Рисунок 2). Таким образом, нарушается вертикальная направленность организации наружных сегментов фоторецепторов. Несмотря на распространённое традиционное название – берлиновский отёк сетчатки, помутнение и деколорация сетчатки связаны именно с повреждением фоторецепторов, а не наличием отёка, так как отсутствуют гистологические данные о интравитреальном накоплении жидкости при контузии глаза [131].

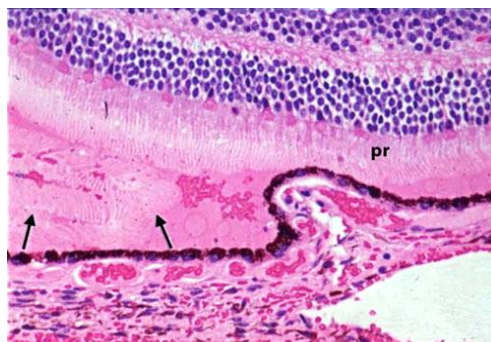


Рисунок 2. Гистологический препарат сетчатки: стрелками указаны скопления оторванных наружных сегментов фоторецепторов, обозначение pr – участок неповреждённой сетчатки (Lee's Ophthalmic Histopathology, Fiona Roberts, Chee Koon Thum; Springer-Verlag London 2014., ув. x250)

Возможными проявлением контузионной ретинопатии, описанным в литературе может быть полнослойный ретинальный некроз, влекущий за собой отслойку сетчатки или формирование сквозного макулярного отверстия [107].

Специальное лечение контузионной ретинопатии пока не разработано, и, по мнению ряда авторов не требуется. Тем не менее, показано дальнейшее наблюдение. Некоторые исследователи рекомендуют применение осмотерапии, назначение витаминов группы В, а также препараты, улучшающие репаративные процессы [29, 45, 75, 78, 79].

По данным различной литературы разрывы сетчатки возникают в диапазоне от 2,0% до 10% случаев. Генез возникновения разрывов может быть разным: в одних случаях это тракционные воздействия стекловидного тела, в других случаях это происходит при серьезных деформациях в момент травмы, а также разрывы могут возникать при субретинальных кровоизлияниях [29, 45, 75, 78, 79].

Большинство периферических разрывов сетчатки в эксперименте Weidental и Scherens на свиных глазах возникали за счет быстрого экваториального распространения силовой волны, которая вызывала скручивание и растяжение склеры, во время чего стекловидное тело и сетчатка отрывались от пигментного эпителия [148].

Различают клапанные, дырчатые разрывы, встречается отрыв сетчатки от зубчатой линии. Размер разрывов различен, вплоть до гигантских.

Лечение травматических разрывов сетчатки, как правило, лазерное, но также могут производиться полостные или склеропластические операции, а также их комбинации [29, 45, 75, 78, 79].

Частным видом разрывов сетчатки является макулярный разрыв. Для того, чтобы понять один из возможных механизмов следует учитывать особенности строения макулы: недостаток опорных элементов от внутренних слоев сетчатки, отсутствие сосудистых элементов. Учитывая плотный контакт с задней гиалоидной мембраной стекловидного тела, разрыв происходит в момент распространения силовой волны и сотрясения заднего полюса [116].

Травматические макулярные разрывы имеют склонность к спонтанному регрессу, тем не менее считается, что витрэктомия может улучшить функциональные результаты. В любом случае, необходимы дополнительные методы исследования для наблюдения за динамикой состояния пациента [78, 79].

Травматическая отслойка сетчатки возникает в 1,4-4,2% случаев повреждения глазного яблока. Принято выделять раннюю или первичную, и позднюю или вторичную отслойку сетчатки при травме глаза [29, 30].

Причиной первичной отслойки может быть отрыв сетчатки от зубчатой линии в 43,1% или образование одиночных дырчатых разрывов 33,1% [76]. Также может служить причиной данного состояния субретинальное кровоизлияние или резкая гипотония глаза вследствие травмы. Вторичная отслойка может возникнуть в результате тракций стекловидного тела или разрывов сетчатки [29]. Лечение травматической отслойки сетчатки хирургическое, выбор тактики лечения зависит от каждого конкретного случая.

Частая причина невысокого функционального исхода травмы – пролиферативная витреоретинопатия. Наиболее частыми причинами возникновения могут быть проникающие ранения, внутриглазные инородные тела или разрывы оболочек глазного яблока. В 1% наблюдаемых случаев развитию пролиферативной витреоретинопатии предшествует тупая травма [91]. Лечение в таких случаях хирургическое.

При механической травме может происходить повреждение сосудистой оболочки – разрыв хориоидеи. Впервые патология описана в 1854 году von Graefe как травматический разрыв пигментного эпителия сетчатки, мембраны Бруха и сосудистой оболочки [106]. По данным авторов разрывы хориоидеи встречаются в 4,1-8% случаев [29, 75]. Основной является теория, при которой линейный разрыв возникает либо по прямому механизму в месте удара, либо по непрямому – за счёт прохождения по стенкам глазного яблока ударной волны, где стабилизирующее действие оказывает зрительный нерв. За счёт этой стабилизационной точки и возникает разрыв. Вторая разновидность возникновения встречается чаще, и разрыв при этом имеет серповидную форму [75, 78].

Практически всегда разрывы сосудистой оболочки сопровождаются различными геморрагиями, и иногда становятся видны только после частичной резорбции крови. В том числе разрывы могут сочетаться с реактивным хориоретинитом, отеком сетчатки [45, 75, 78, 79].

Максимальную опасность для остроты зрения представляют разрывы, локализующиеся в области макулы. Возможные жалобы пациента на наличие локального выпадения поля зрения не всегда совпадают с дефектом поля зрения при периметрии [152]. По клинической картине ошибочно судить о дефекте поля зрения, возникающего при данной патологии, который оказывается большим по форме и размерам за счёт более обширного повреждения сетчатки, чем сам разрыв [119]. Зрение, как правило, улучшается после резорбции геморрагий и стихания воспалительной реакции.

Возможными отдалёнными осложнениями возникшего разрыва сосудистой оболочки, приводящими к постепенному снижению зрения, могут быть: возникновение эпиретинальной мембраны, серозная отслойка сетчатки, а так же хориоидальной неоваскуляризации [78].

Возникновение эпиретинальной мембраны связывают с глиальной пролиферацией, через мелкие разрывы внутренней пограничной мембраны [100]. Офтальмоскопически эпиретинальная мембрана визуализируется как ткань на поверхности сетчатки, она может быть прозрачной или мутной, также может иметь блестящую поверхность. Эпиретинальная мембрана постепенно сокращается - это может привести к изменению формы сосудов и разрывам сетчатки линейного характера [78].

В 15-30% случаев разрывов сосудистой оболочки возникает хориоидальная неоваскуляризация. Хориоидальные неоваскулярные мембраны способствуют заживлению сосудистой оболочки и, также, возможен их спонтанный регресс [135].

Лечение разрывов сосудистой оболочки, как правило, симптоматическое. Показано наблюдение таких пациентов с целью выявления последствий хориоидальных разрывов, с возможным применением лазерного лечения,

применение препаратов ингибирующих ангиогенез, а в отдельных случаях – хирургическое лечение [75, 78, 79].

Существенной причиной снижения зрения при травме является травматическая оптическая нейропатия (травматическая нейрооптикопатия). Данная патология чаще встречается при сочетанной черепно-мозговой травме, но может быть и при изолированном повреждении глаза. Встречаемость в 0,5–5% случаев [33].

В литературе выделяются прямой и непрямой механизмы развития травматической оптической нейропатии. Прямой возникает при непосредственном проникновении травмирующего агента в орбиту и повреждения зрительного нерва. Непрямой механизм - закрытая травма, произведенная ударной волной проведенной через кости черепа [111].

Как правило, прямая травматическая нейропатия характеризуется худшим прогнозом, нежели непрямая [140]. По данным литературы в основе травматической оптической нейропатии лежат такие же патологические механизмы, как и при других оптических нейропатиях. Происходит ишемия и гипоксия нервных волокон, нарушение кровообращения, сдавление нервных волокон, блокада аксонального транспорта, интоксикация, активизация перекисных процессов и нейротоксических реакций [17].

С учётом анатомических особенностей строения зрительного нерва выделяют несколько вариантов клинической картины. Так, если повреждение произошло до входа в толщу зрительного нерва центральной артерии сетчатки, то это, как правило, сопровождается нарушением кровообращения в сосудах сетчатки. Отрыв зрительного нерва от глаза, ведёт к мгновенной слепоте, и имеет отчётливую офтальмоскопическую картину: кровоизлияния вокруг диска, аномальный вид зрительного нерва, отсутствие кровообращения в сетчатке [140]. Ишемию и компрессию зрительного нерва вызывает пережатие или ущемление нерва в области канала зрительного нерва, так как кровоснабжение происходит за счёт сосудов мягкой мозговой оболочки [132].

В проведенном исследовании пациентов с сочетанной черепно-мозговой травмой основной причиной снижения остроты зрения являлась травматическая оптическая нейропатия. Следующей по встречаемости причиной снижения зрения были контузионные повреждения глаза [62].

1.5 Диагностические методики, применяемые для исследования глаза

Травма глаза, как и любого органа, требует максимально информативной диагностики и наиболее адекватного лечения, а также использования методов исследования глаза, направленных на прогнозирование возможных исходов заболевания.

Как правило, традиционным методом исследования пациента с травмой глаза является рентгенография. Метод впервые широко использован для диагностики наличия внутриглазных инородных тел во время Великой Отечественной войны [68].

Проникающие ранения глаза, а также подозрение на проникающее ранение, контузии, ранения глазницы – все это является показанием для выполнения рентгенологического исследования [74].

Наиболее целесообразным подходом считается выполнение сначала обзорной краниографии. Это позволяет оценить наличие переломов костей черепа и орбит. Более того, возможно определение косвенных подтверждений перелома орбиты в виде гемосинуса. Обзорную рентгенографию черепа необходимо выполнять в двух проекциях, так как это позволяет избежать ошибок в диагностике [10, 47, 72]

Повреждения, сопровождающиеся проникновением инородных тел, как правило, сопровождаются изменением прозрачности оптических сред и только в 10-15% случаев их удаётся выявить клинически [74].

Рентгенологическое исследование позволяет определить наличие инородного тела, его размеры, локализацию, а также взаимоотношения его с анатомическими структурами глаза или глазницы при использовании различных методик локализации. Для локализации внутриглазного инородного тела

используются различные методики. Достаточно распространен метод локализации Кромберга-Балтина [9].

М.М. Балтин в 1938 году предложил кольцевой протез из алюминия с открытой роговичной поверхностью, в края роговичного отверстия помещены четыре свинцовые метки. Также была внедрена прозрачная схема, благодаря которой возможно произвести измерения и уточнить положение инородного тела [9, 18]. По данным исследований возможность определения инородных тел с помощью протезов возможна с точностью до 1 мм [59].

Ограничением возможности локализации инородного тела таким способом могут быть противопоказания со стороны глаза: обширные ранения склеры, отек век, препятствующий раскрытию глазной щели, хемоз конъюнктивы [10].

Существует ряд недостатков при использовании данного метода: в некоторых случаях использование рентгенографии не позволяет точно определить положение инородного тела и использовать полученную информацию при выполнении хирургического вмешательства, необходимость выполнения нескольких снимков увеличивает лучевую нагрузку на пациента, а также метод рентгенографии не даёт информации о состоянии глаза [72].

Одной из распространенных методик исследования глаза является ультразвуковая диагностика. Ультразвук с 1950-х годов стал применяться в офтальмологии [6, 56, 57, 70, 62]. Данные экспериментов позволяют говорить о том, что ультразвуковое исследование в офтальмологии безопасно для органа зрения и подлежащих тканей [68]. Существует три методики ультразвуковой диагностики.

А-сканирование, или одномерная эхография. Метод позволяет графически получить представление о патологических изменениях, а так же получить данные о размере глаза и его отдельных анатомических структур [65].

Другим методом является В-сканирование, который позволяет получить двухмерное изображение глаза. Полученные изображения представляют собой «срез» глаза в заданной плоскости. Методика позволяет достоверно и эффективно

выявлять состояние оболочек и стекловидного тела, а также определять внутриглазные инородные тела [74, 80, 84].

Высокой чувствительностью (98-99%) метод обладает в диагностике отслойки сетчатки, но необходимо дифференцировать это состояние от таких патологий, как преретинальные геморрагии и фибротические процессы [70]. Также метод обладает высокой информативностью в диагностике кровоизлияний в стекловидное тело [117]. С учетом стадий развития гемофтальма [94], с помощью ультразвуковой диагностики возможно уточнение стадии, а также определение относительного объема кровоизлияния и последующего определения тактики лечения [74].

Высокие диагностические результаты достигнуты в выявлении внутриглазных инородных тел с помощью ультразвуковой диагностики. Инородные тела имеют отчетливую эхографическую картину.

Неоспоримым плюсом ультразвукового исследования является возможность определения рентггеннегативных инородных тел [50]. Точность диагностики инородных тел возрастает в сочетании ультразвукового исследования и рентгенографического исследования [72].

Использование эффекта Доплера в ультразвуковой эхографии позволило оценить и зарегистрировать кровоток глаза. Этот метод дает возможность выявить различную патологию [16, 27, 42, 51, 80]. Широкое распространение получили термины энергетическое (цифровое) доплеровское картирование и энергетическая доплерография [65].

Доплеровское картирование позволяет визуализировать кровоток сосудов глаза и орбиты, проводить динамическое наблюдение. Также важным аспектом является возможность диагностики сосудов мелкого калибра, таких как ресничные артерии или артерии и вены сетчатки [73, 81].

Данный вид исследования глаза даёт возможность оценить гемодинамические и сосудистые изменения глаза, а при исследовании в динамике получить данные о возможных прогнозах функционального состояния [58]. В том

числе, возможно получить информацию о воспалительных изменениях при глазной травме, таких как увеиты [19, 20, 38].

Существует ещё один способ визуализации с помощью ультразвуковых волн – ультразвуковая биомикроскопия. Метод реализуется с помощью цифрового анализа всех пьезоэлементов датчика по-отдельности. Этот метод показал высокую диагностическую ценность при выявлении циклодиализа при закрытых травмах глаза [3, 4, 27].

Немаловажная роль в диагностике посттравматических изменений принадлежит рентгеновской компьютерной томографии. Сущность метода основана на регистрации рентгеновских лучей, ослабленных, благодаря прохождению через различные по плотности ткани, с последующей компьютерной обработкой. Разные ткани по-разному препятствуют прохождению рентгеновского излучения. Для оценки состояния глаза и орбиты используют срезы 3мм в корональной и аксиальной проекциях, для более детальной оценки используется метод контрастирования [72].

В конце 80-х годов метод был модифицирован и получил название спиральная компьютерная томография. В основе лежит непрерывное вращение рентгеновского излучателя по спирали. Усовершенствование позволило улучшить разрешение, а также ускорить сам процесс выполнения исследования [72].

Очень велика роль компьютерной томографии в диагностике повреждений костей орбиты. Томографические признаки переломов костей орбиты характеризуются своей спецификой. Детальное изучение томограмм при переломах костей орбиты позволяет судить об изменении размеров орбиты, что необходимо для разработки дальнейшей тактики реконструктивного лечения [23, 74].

С помощью данного метода возможна диагностика инородных тел, как рентгенпозитивных, так и рентгеннегативных, при этом минимальный размер для определения 0,3 мм [23].

Компьютерная томография позволяет оценить состояние внутриглазных структур, таких как хрусталик. Возможно выявление его фрагментации, изменением плотности, а также сублюксации [52].

Данные рентгеновской компьютерной томографии можно использовать для оценки состояния стекловидного тела, определения помутнений или наличия шварт [27]. Также возможна оценка стадии гемофтальма [94].

Такой метод визуализации как магнитно-резонансная томография предложен в конце 70-х годов XX века. В основе метода лежит регистрация изменения электромагнитного излучения ядер атомов водорода при воздействии на них радиочастотных импульсов при нахождении в постоянном магнитном поле [72,74]. Данное обследование позволяет получить информацию о состоянии оболочек глаза, хрусталика, стекловидного тела, а также можно судить и о состоянии экстраокулярных мышц и тканей орбиты [45, 75]. В своем исследовании Оглезнев К.Я. и Котелин И.В. показали высокую информативность метода для определения точной локализации поражения зрительного нерва [64]. Степанянц А.Б. в своем исследовании отметил эффективность магнитно-резонансной томографии в диагностике разрывов склеры [77]. Магнитно-резонансная томография дает важную информацию при диагностике дислокаций хрусталика, внутриглазных и экстраорбитальных кровоизлияний, в том числе существует возможность оценки сосудистых изменений [45, 72].

Недостатками метода можно считать низкую информативность при исследовании костных структур, а также на информативность влияют движения глазных яблок во время исследования, которое является достаточно продолжительным. Противопоказанием к исследованию является наличие магнитных инородных тел, в том числе и других металлических конструкций, например кардиостимуляторов или зубных протезов [72].

Уверенное владение методами визуализации глазного дна очень важно для врача-клинициста. Это помогает точно установить диагноз, оценить степень тяжести повреждений при механической травме, дать некоторые прогнозы по исходам [79].

Метод офтальмоскопии, при котором для осмотра глазного дна используется щелевая лампа и бесконтактные или контактные линзы, используется для прижизненного микроскопического исследования тканей глазного дна. Этот

метод позволяет стереоскопически оценить картину глазного дна. Угол обзора может изменяться в зависимости от используемой линзы [43].

Для фоторегистрации изображений глазного дна в современной офтальмологии используются фундус камеры. Они могут быть как мидриатическими, так и немидриатическими, в зависимости от модификации. В современных фундус камерах предусмотрена возможность коррекции аномалий рефракции. Отрицательной стороной является довольно интенсивное воздействие светового источника во время проведения исследования на сетчатку [14, 110].

Одним из высокоинформативных методов исследования глазного дна является метод оптической когерентной томографии. Он позволяет получать двухмерные изображения микроструктуры тканей, измеряя время и интенсивность эхо-задержки светового луча [65, 104].

В основе метода оптической когерентной томографии лежит измерение величины и времени задержки отраженного светового луча с учетом световой интерферометрии. Интерферометрия – метод измерения различных величин, а также визуализации разных явлений, заключающийся в измерении разности фаз между интерферирующими волнами. С помощью этого метода получают продольные двухмерные изображения, схожие с таковыми при ультразвуковой эхографии, однако сущность методов различна и изображения, получаемые при оптической когерентной томографии, более высокого разрешения [2, 65].

С момента появления первых оптических когерентных томографов в 1996г., происходит постоянное совершенствование этих приборов. Улучшаются не только конструктивные особенности, но также и программное обеспечение. Это позволяет уменьшать время проведения исследования и улучшать качество изображений, получаемых при оптической когерентной томографии. Оптическая когерентная томография в настоящее время является исследованием, ставшим информативным диагностическим инструментом в диагностике различных патологических состояний сетчатки и зрительного нерва [24, 25, 55].

В диагностике травм глаза оптическая когерентная томография, в частности, используется чаще всего для диагностики макулярных разрывов или эпиретинальных пролиферативных процессов [93].

Данный метод применяется, в основном, для диагностики такой патологии, как возрастная макулярная дегенерация, патологии витреоретинального интерфейса, центральной серозной хориоретинопатии, последствий нарушений кровообращения в сосудах сетчатки, диабетической ретинопатии [2, 12, 133, 136].

В последнее время получает распространение сравнительно новый метод диагностики – ОКТ-ангиография. В основе метода лежит сравнение различных по интенсивности или амплитуде обратнорассеянных ОКТ-сигналов между последовательными В-сканами одного поперечного среза, с дальнейшим построением карты кровотока [2]. Этот неинвазивный метод показал свою пользу в диагностике возрастной макулярной дегенерации, диабетической ретинопатии, окклюзии сосудов сетчатки [92].

Электроретинография позволяет оценить биопотенциалы сетчатки, возникающие при световой стимуляции глаза. Исследование производится с помощью пластмассовой контактной линзы с установленными в нее электродами, в качестве второй точки отведения используется мочка уха. Регистрация потенциалов производится с помощью энцефалографа. После исследования оцениваются амплитудные показатели двух волн: негативная волна «а» и позитивная волна «b». Исследования электроретинограмм у пациентов с контузией глаза ведутся с середины прошлого века и показывают снижение амплитуды волны «b» в большей степени, чем амплитуды волны «а», а также у некоторых пациентов изменялись биопотенциалы и здорового глаза [45, 75, 76]. Ограничением для применения данного метода исследования при травме глаза может явиться повреждение конъюнктивы и роговицы.

Для оценки ангиоархетиктоники сетчатки в офтальмологии применяется ангиографический метод исследования, при котором контрастным веществом может быть флюоресцеин, либо индоцианин зеленый. Открытие метода

флюоресцеиновой ангиографии произошло в 1960 году двумя студентами университета Индианы –Alvis D. и Novotny H. [120].

Во время флюоресцентной ангиографии происходит регистрация света, излучаемого флюоресцеином, который возникает после воздействия излучения света синего спектра. Флюоресцеин в норме не проникает через внутренний, образованный эндотелием сосудов, и наружный (пигментный эпителий сетчатки) гематофтальмические барьеры. Во время исследования происходит анализ таких феноменов как гипофлюоресценция, гиперфлюоресценция, а также ликеджа, или просачивания флюоресцеина, окрашивание (за счет задержки красителя), блокада флюоресценции [39, 40, 44, 48].

Метод флюоресцентной ангиографии применяется для обследования пациентов с такой патологией как возрастная макулярная дегенерация, диабетическая ретинопатия, а также диагностики сосудистых нарушений, центральной серозной хориоретинопатии, воспалительных заболеваний [44, 48, 71, 156]. Данный метод является золотым стандартом в диагностике хориоидальной неоваскуляризации [99, 114].

Существуют исследования флюоресцентной ангиографии в диагностике травм глаза: кистозного отека в центральной зоне сетчатки при контузиях, также описан феномен увеличения бессосудистой области сетчатки [35, 45].

Недостатками данной методики, описанными в литературе, являются необходимость внутривенного введения красителя и в связи с этим, развитие таких побочных реакций как аллергические реакции (сыпь, повышение температуры, тошнота, рвота, резкое снижение артериального давления) и повышенная чувствительность к препарату [43]. Описаны такие последствия, как возникновение гипертонического криза, инфаркта миокарда, отека легких, противопоказанием является индивидуальная непереносимость препарата, бронхиальная астма, тромбофлебит в анамнезе [154].

Для получения ангиограмм используются как фундус-камеры, так и получающие распространение сканирующие лазерные офтальмоскопы, которые

позволяют проводить исследование как с флюоресцеином, так и с индоцианин зеленым [44, 48].

Для проведения индоцианиновой ангиографии используется другой краситель – индоцианин зеленый. Впервые его применил в 1970г. Kogure [109]. Свечение возникает под действием света инфракрасного спектра, за счет чего появляется возможность визуализации хориоидеи [43, 48].

1.6 Метод сканирующей лазерной офтальмоскопии в диагностике заболеваний сетчатки

Для визуализации структур глазного дна Уэбб и соавторы (Webb et al.) в 1980 году предложили лазерное излучение – что дало начало развития метода сканирующей лазерной офтальмоскопии [147]. Суть исследования заключается в том, что лазерный излучатель генерирует световой луч на сетчатку. Отражённый свет, проходя через специальное отверстие (апертуру), пропускающее необходимые лучи, декодируется для получения изображения. Точечное сканирование позволяет проводить количественную обработку информации на полученных изображениях. В некоторых аппаратах существует возможность выбора длины волны светового импульса для проведения исследования в заданном режиме работы [137].

Современные сканирующие лазерные офтальмоскопы представлены такими аппаратами как сканирующий лазерный офтальмоскоп фирмы «Rodensstock» (Германия); Гейдельбергский ретинальный ангиограф (HRA2), Гейдельбергский ретинальный томограф (HRT), производимый фирмой «Heidelberg Engineering» (Германия); Topographic Scanning System (TOP SS) фирмы «Laser Diagnostic Technologies» (США); а также сканирующий лазерный офтальмоскоп F-10 фирмы Nidek (Япония) [5, 131, 149].

Особенностью приборов является исследование аутофлюоресценции. Это специальный режим в сканирующих лазерных офтальмоскопах, где используется лазерный источник с короткой длиной волны. Производится серия снимков, после чего происходит их программная обработка. Визуализация становится возможной,

благодаря возбуждению липофусцина пигментного эпителия сетчатки. Исследование аутофлюоресценции позволяет оценить состояние комплекса фоторецепторов и пигментного эпителия сетчатки. Диагностика аутофлюоресценции показывает свою значимость в работах различных авторов [8, 32, 89, 138].

В некоторых офтальмоскопах заложена возможность использования ретро-режима и в этом режиме осуществляется псевдотрехмерное изображение глазного дна. Для получения таких изображений используется длинноволновый лазер и специальная, непрямая апертура. На детектор попадает часть отражённых косых лучей. За счёт этого очерчиваются тени и силуэты мельчайших патологически изменённых очагов. Данный режим высоко точен и информативен и может использоваться для диагностики различных патологических состояний [141, 142, 145, 146, 149, 153].

Исследователи отмечают ценность метода сканирующей лазерной офтальмоскопии в диагностике центрального отека сетчатки различного генеза. В своих исследованиях Vujosevic S. и соавторы (Vujosevic S. et al.) показали возможность оценки степени центрального отёка сетчатки с использованием ретро-режима. Suzuma K. и соавторы (Suzuma K. et al.) выявили возможность визуализации новообразованных сосудов в ретро-режиме при диабетической ретинопатии без применения инвазивных методов. Использование метода позволяет обнаруживать субклинические друзы сетчатки [98, 141, 145, 146, 153]. Также, при гипотонической макулопатии ретро-режим сканирующего лазерного офтальмоскопа показывает складчатость ретинального пигментного эпителия [126].

Сканирующая лазерная офтальмоскопия позволила показать степень и выраженность пролиферации при оценке витреоретинальных взаимоотношений в случаях отслойки сетчатки, а также даёт информацию о характере тракционных изменений стекловидного тела и ранее не выявленных разрывах сетчатки [13].

Ряд авторов указывает на ценность метода сканирующей лазерной офтальмоскопии в диагностике изменения зрительного нерва: при глаукомной

нейрооптикопатии и в дифференциальной диагностике застойного и псевдозастойного диска зрительного нерва [103].

По данным Tanaka Y. и соавторов (Tanaka Y. et al.) применение сканирующей лазерной офтальмоскопии в комплексе с оптической когерентной томографией позволяет более детально изучить патологические особенности ретиношизиса у пациентов с миопией [142].

Опубликованные результаты исследований показали большую диагностическую ценность сканирующей лазерной офтальмоскопии в диагностике различной патологии глазного дна.

Однако, принимая во внимание имеющиеся эпидемиологические данные, многообразие клинических проявлений контузии глаза, возможности методик и алгоритмов обследования пациентов, в настоящее время повышение качества и совершенствование диагностики травматических повреждений является одной из основных задач современной офтальмологии.

На сегодняшний день в доступной литературе не найдено информации о применении метода сканирующей лазерной офтальмоскопии в диагностике постконтузионных повреждений глаза. Таким образом, учитывая диагностические возможности метода, изучение аспектов применения сканирующей лазерной офтальмоскопии в офтальмотравматологии представляет большой интерес и обуславливает актуальность проводимого исследования.

Помимо прочего, не найдено работ, посвящённых характеристике визуализации нормального глазного дна при обследовании методом сканирующей лазерной офтальмоскопии. Поэтому важной ролью в работе будет являться описание нормальной картины глазного дна при визуализации сканирующим лазерным офтальмоскопом с использованием различных режимов, что позволит более точно трактовать результаты исследования у пациентов с различной патологией заднего отрезка глаза.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Общая клиническая характеристика пациентов

Клиническое исследование проводилось на базах кафедры офтальмологии ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ в период с сентября 2014 года по сентябрь 2016 года. Всего было обследовано 85 пациентов (170 глаз) в возрасте от 17 до 80 лет (средний возраст $35,7 \pm 13,6$ лет), мужчин – 49 (57,6%), женщин – 36 (42,3%).

Пациенты распределены на две группы: в 1 группу (основную) вошли пострадавшие с закрытой травмой глаза, 2 группу (группа сравнения) составили практически здоровые люди (35 человек, 70 глаз), которые не имели обращений к офтальмологу. В 1 группу было включено 50 пациентов (100 глаз), средний возраст составил $39,2 \pm 14,6$ лет, мужчин – 41 (82%) человек, женщин – 9 (18%) человек.

Пациенты группы 1 разделены на две подгруппы: 1а подгруппа – 50 глаз, подвергшихся травматическому воздействию тупым предметом, 1б подгруппа – 50 контралатеральных интактных глаз. Распределение пациентов по полу и возрасту представлено на таблице 2.

Таблица 2.

Распределение пациентов группы 1 по полу и возрасту.

	Мужчины	Женщины	Средний возраст, лет
До 20 лет	4 (8%)	0	$18,2 \pm 1,2$
21-30 лет	10 (20%)	3 (6%)	$27 \pm 2,3$
31-40 лет	12 (24%)	1 (2%)	$35,6 \pm 3,2$
41-50 лет	7 (14%)	2 (4%)	$44,5 \pm 2,2$
51-60 лет	6 (12%)	1 (2%)	$55,7 \pm 1,9$
61-70 лет	1 (2%)	1 (2%)	$62,5 \pm 2,1$
Более 70 лет	1 (2%)	1 (2%)	$78 \pm 2,8$

Представленные данные обращают внимание на преобладание травм у молодых трудоспособных мужчин (от 20 до 50 лет).

Критерии включения: в исследование включены пациенты, получавшие стационарное лечение на клинической базе кафедры офтальмологии ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ – Филиал №1 ГКБ им. С.П.Боткина ДЗМ с диагнозом контузии глазного яблока. По тяжести травмы – это 14 пациентов (28%) с средней и 36 пациентов (72%) с тяжёлой степенью травмы (по классификации Волкова В.В. и соавт. [82]) без разрывов глазного яблока.

Критерии исключения: пациенты с лёгкой контузией не включены в исследование. Также критерием исключения являлось отсутствие возможности визуализации глазного дна в ранние сроки после травмы (причинами могли служить тотальный или субтотальный гемофтальм, травматическая катаракта, тотальная или субтотальная гиофама), а также пациентов с контузионными разрывами склеры.

По характеристике травмирующих агентов и обстоятельствах контузии распределение также было неоднородным. Подробнее данные представлены в таблице 3 и диаграмме 1.

Таблица 3

Характеристика травмирующих агентов

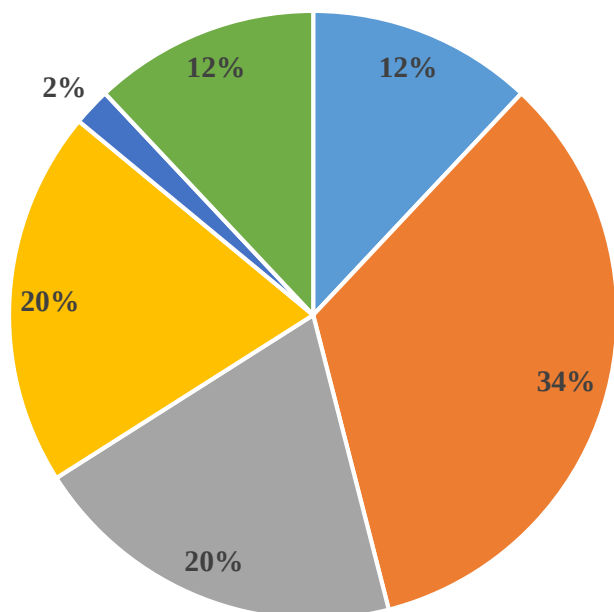
	Количество
Удар кулаком, ногой	6 (12%)
Пейнтбольный шар	2 (4%)
Хоккейная клюшка	1 (2%)
Крючок на эластичном крепёжном элементе	7 (14%)
Взрыв бытового прибора	2 (4%)
Футбольный мяч	7 (14%)

Упругая часть спортивного снаряда	4 (8%)
Спортивный волан	3 (6%)
Пробка от бутылки с газированным напитком	8 (16%)
Ветви растений	6 (12%)
Контузия при ДТП	1 (2%)
Насадки ручного вращающегося электроинструмента	3 (6%)

Диаграмма 1.

Причины травм

- Травма при бытовых конфликтах
- Травма при занятиях спортом
- Травма при работе с ручными инструментами и приспособлениями
- Травма при использовании бытовых приборов и емкостей
- Травма при ДТП
- Травма ветвями растений



Обстоятельством получения травмы у всех пациентов явился бытовой травматизм. Приведённые данные обращают внимание, что значительную часть травм составляют спортивные повреждения (34%) и различные варианты бытовых эксцессов (40%). Это позволяет говорить о контузии глаза как о важной социальной проблеме.

В схему лечения пациентов включались глюкокортикостероиды (дексаметазон парабульбарно 2-4 мг, курсом 5-10 инъекций; дексаметазон 1%

инстилляций в конъюнктивальную полость 3 раза в день, курс 14 дней), нестероидные противовоспалительные средства (диклофенак натрия 2,5% 3,0 мл внутримышечно, курсом 3-5 дней; непафенак 0,1% инстилляций в конъюнктивальную полость по 0,05 мл 3 раза в день 30-45 дней), антигистаминные (хлоропирамин 2% 1,0 мл внутримышечно 7-10 дней), гемостатические (этамзилат 12,5% 2,0 мл внутримышечно курс 3-7 дней), гипотензивные препараты при возникновении офтальмогипертензии (дорзоламид 2% инстилляций в конъюнктивальную полость 2 раза в день; тимолола малеат 0,25% инстилляций в конъюнктивальную полость 2 раза в день).

Первичное обследование глазного дна пострадавших проводилось в первые сутки после получения травмы. Исключение составили 7 пациентов (14%) с эрозией роговицы в центре и 18 пациентов (36%) с гифемой (до 4-5 мм). Обследование этих пациентов проводилось на 2-3 сутки после восстановления эпителия роговицы, оседания и частичной резорбции крови, достаточных для проведения исследования. Динамические обследования пациентов с контузионной ретинопатией проводились через 7, 14 и 25 дней после травмы. Пациенты с субретинальными кровоизлияниями наблюдались более длительно (на 5, 10, 15, 20, 30 и 40 сутки после травмы). Контрольными считались осмотры пациентов на 14 сутки после травмы, через 30 дней. Пациенты 2 группы и 16 подгруппы обследованы однократно.

В группу 2 вошли 35 (70 глаз) практически здоровых людей в возрасте от 17 до 55 лет (средний возраст $30,8 \pm 10,2$ лет), мужчин – 8 (22,8%), женщин – 27 (77,1%). Критерием включения пациентов в группу 2 было отсутствие патологии органа зрения по данным анамнеза и клинического осмотра.

Статистическая обработка полученных результатов включала методы описательной статистики: вычисление средних, стандартных отклонений, а также медианы и 25й и 75й перцентилей, определение критериев значимости - тест Манна-Уитни и F-критерий Фишера. Сравнение групп осуществлялось критерием Стьюдента для нормальных распределений, а также критерием Крускала-Уоллиса для ненормальных распределений. При сравнении групп использовались

непараметрические методы: U-тест Манн-Уитни для сравнения непрерывных величин. Значение $p < 0,05$ считалось статистически значимым.

Корреляционный анализ между переменными проводился по методу Спирмена. Степень корреляционной взаимосвязи между признаками оценивалась в зависимости от значений коэффициента корреляции R. Ввод данных, их редактирование и статистический анализ осуществлялся с помощью статистического пакета Statistica 8.0 (StatSoftInc., США).

2.2 Методы клинического обследования

Пациентам проводилось комплексное клиническое и инструментальное обследование, которое включало: сбор и изучение анамнеза травмы, определение максимально корригируемой остроты зрения, определение критической частоты слияния мерцаний, пневмотонометрию, биомикроскопию глаза, гониоскопию, офтальмоскопию глазного дна. Инструментальное обследование включало в себя рентгенографию орбит, ультразвуковую эхографию, оптическую когерентную томографию сетчатки, цветное фотографирование глазного дна и обследование глазного дна сканирующим лазерным офтальмоскопом.

Инструментальному обследованию предшествовали сбор жалоб и анамнеза травмы.

Визометрия выполнялась по общепринятой методике с использованием набора пробных очковых линз и использования проектора фирмы «Tomey», Япония (model: TSP-1000, part number: 33-03000.01, 2012г).

Для определения критической частоты слияния мельканий (КЧСМ) использовались приборы «Светотест» и «Flash-Test» (Россия).

Гониоскопия угла передней камеры с целью оценки состояния структуры и размера угла передней камеры, а также циклоскопия для выявления циклодиализа, проводилась классической трёхзеркальной линзой Гольдмана (Ocular OG3M).

Биомикроскопическое обследование по методикам Шульпиной Н.Б. проводилось с помощью стационарной щелевой лампы («Topcon», Япония, model: SL-1E, part number: 614320, 2008г).

Офтальмоскопическое обследование проводилось в прямом виде с использованием офтальмоскопа Heine Beta 200S (Германия), и в обратном виде проводилось более детальное обследование диска зрительного нерва и сетчатки при помощи щелевой лампы и асферической линзы +78 дптр (Ocular High Mag 78D).

Ультразвуковое обследование глаза для диагностики состояния стекловидного тела и соотношения внутриглазных структур проводилась с помощью ультразвукового эхографа «Tomey» (Япония, model: UD-6000, part number: 119911, 2008г).

С целью детального уточнения повреждений сетчатки и зрительного нерва проводилась обследование на оптическом когерентном томографе Cirrus HD-OCT 4000 («Carl Zeiss Meditec», США, s\n 4000-8647, 2001г).

Для фотографирования глазного дна использовалась немидриатическая фундус-камера («Nidek», Япония, Model AFC-230, s\n 321045, 2011).

Также, всем пациентам с целью исключения переломов костных стенок орбит проводилась рентгенография.

2.3 Методика сканирующей лазерной офтальмоскопии

В настоящем исследовании глазное дно пациентов с травмой глаза впервые было обследовано с помощью метода сканирующей лазерной офтальмоскопии. Для этого использовался сканирующий лазерный офтальмоскоп F-10 («Nidek», Япония, model F-10, s\n 100130, 2011г).

Принцип работы данного аппарата основан на точечном лазерном сканировании сетчатки и регистрации интенсивности отражённого 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 3 показана ориентировочная возможность проникновения каждого лазера на различные уровни сетчатки.

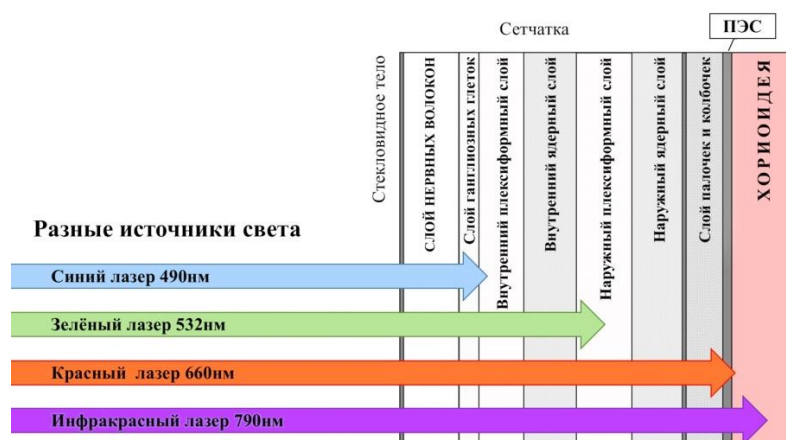


Рисунок 3. Схематическое изображение проникающей способности лазеров различной длины волны

Как показано на рисунке 3 обследование режимами синего и зелёного лазеров позволяют оценить внутренние слои сетчатки. Примерная граница глубины исследования лазера синего спектра – уровень внутреннего плексиформного слоя. Для зелёного лазера примерная граница – наружный ядерный слой. Режимы красного и инфракрасного лазеров используются для оценки наружных слоёв. Ориентировочная проникающая способность красного лазера оценивается в пределах пигментного эпителия. Луч инфракрасного лазера проникает вплоть до внутреннего уровня хориоидеи. Эти режимы позволяют провести оценку на разных уровнях.

Режим регистрации аутофлюоресценции является ценным диагностическим инструментом. Для его реализации используется режим синего лазера (490 нм) и прямая апертура. Выполняется серия сканов (использована серия из 15 штук) и, в дальнейшем, происходит 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 реализована возможность получения псевдотрёхмерных изображений в так называемом ретро-режиме. Исследование производится лазером инфракрасного диапазона (790 нм). Получение таких изображений возможно благодаря использованию специальной не прямой апертуры. Существует две отдельные апертуры для исследования глазного дна правого и левого глаза. 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. На рисунке 4 показано схематическое сравнение работы прямой и не прямой апертуры.

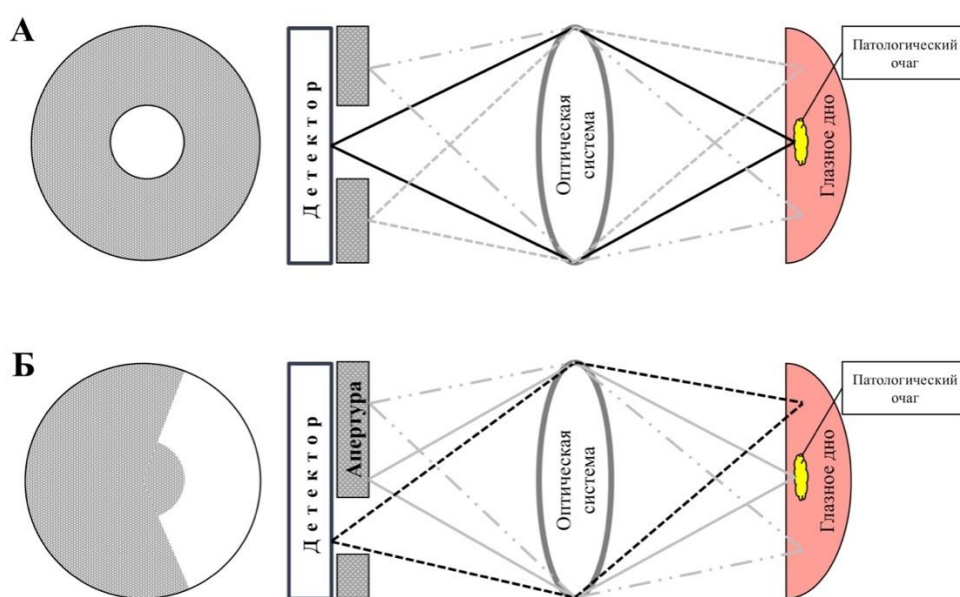


Рисунок 4. Схема работы прямой (А) и не прямой (Б) апертуры.

Все изображения глазного дна, получаемые в различных режимах сканирующего лазерного офтальмоскопа – монохромные. Учитывая это, оценивалась различная интенсивность рефлексивности тех или иных анатомических образований и зон. Алгоритм оценки был таким: сначала производилась оценка изображений, полученных в режимах лазеров с разной

длиной волны от меньшей к большей (490-790 нм) – тем самым, оценивалось состояние сетчатки от внутренних слоёв к наружным, далее происходило изучение изображений в ретро-режиме, затем изображений, полученных при регистрации аутофлюоресценции (после компьютерной компоновки).

В аппарате реализована возможность получения панорамных снимков глазного дна во всех режимах. Для этого сканирование происходит с использованием режима последовательно изменяемой точки фиксации взора, а затем происходит формирование панорамных изображений с помощью программного обеспечения. Ориентирами для сопоставления изображений служат крупные сосуды сетчатки.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Клиническая характеристика нормального глазного дна при обследовании методом сканирующей лазерной офтальмоскопии

Нормальное глазное дно было охарактеризовано при обследовании методом сканирующей лазерной офтальмоскопии 105 глаз пациентов (35 глаз пациентов подгруппы 1б и 70 глаз пациентов группы 2).

С целью получения полного представления о нормальном глазном дне при визуализации методом сканирующей лазерной офтальмоскопии и дифференцировки вариантов нормы от патологии проведена диагностика неповрежденных глаз пациентов подгруппы 1б и испытуемых группы 2. Пациенты подгруппы 1б вошли в анализ нормы не полностью: у 15 пациентов выявлены субклинические твёрдые друзы сетчатки (Рисунок 5Б), у одного пациента обнаружен невус хориоидеи (Рисунок 5А).

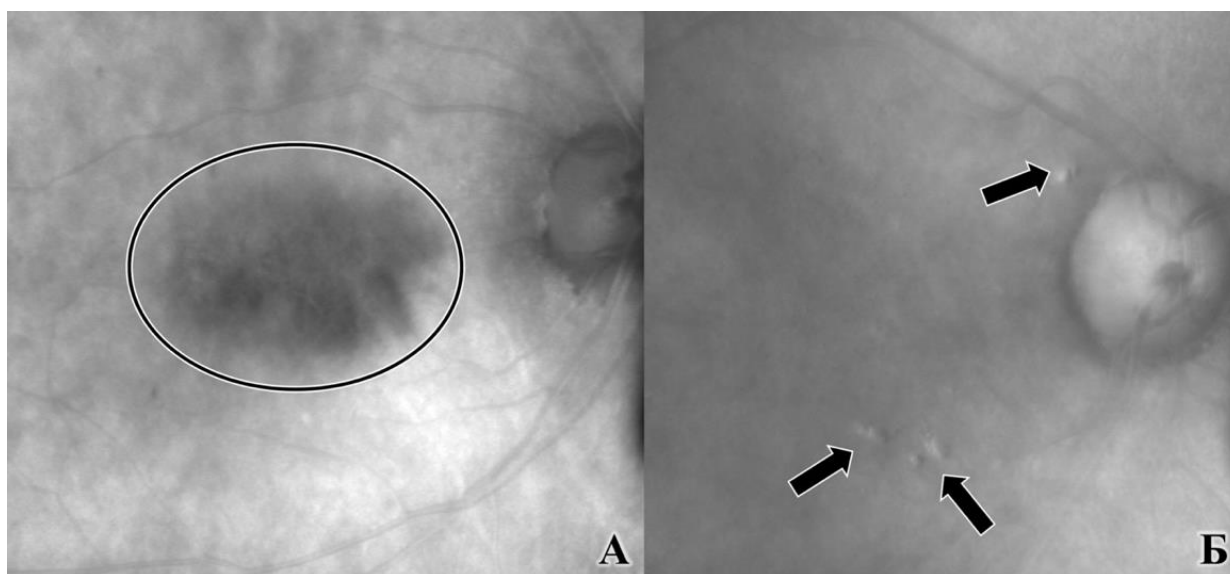


Рисунок 5. А) Пациент С., 33 г., ИБ Г74072\14 Изображение глазного дна в ретро-режиме: визуализируется невус хориоидеи в центральной зоне с нечёткими границами (очерчен овалом). Б) Пациент А. Визуализация друз сетчатки (указано стрелками) в ретро-режиме.

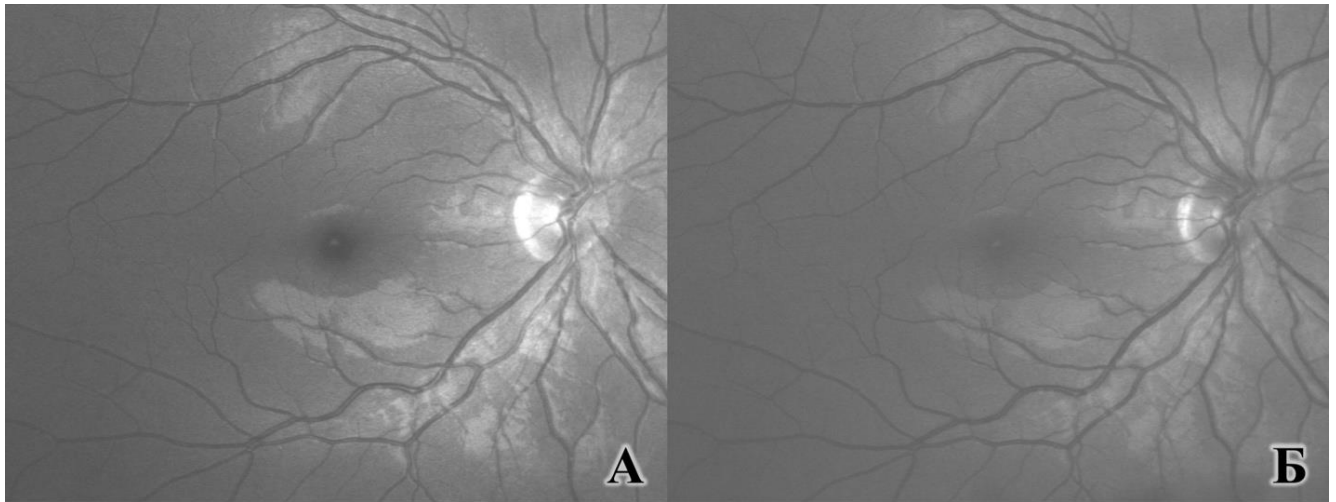


Рисунок 6. Пациент О., 28 л., ИБ А7190 А) Изображение глазного дна в режиме синего лазера (490 нм): диск зрительного нерва отражает лазерные лучи наиболее интенсивно, границы диска чёткие; сосуды можно дифференцировать по калибру, артерии более рефлективны, чем вены; распределение интенсивности отражения лазерных лучей сетчатки однородная, однако фовеа имеет вид гипорефлективной зоны с сохранением фовеолярного рефлекса Б) Изображение глазного дна в режиме зелёного лазера (532 нм): по сравнению с визуализацией синим лазером рефлективность ДЗН уменьшилась; наилучшим образом визуализируются сосуды сетчатки; уменьшилась интенсивность поглощения лазерных лучей зоной фовеа.

Детальный анализ полученных изображений позволил выявить ряд особенностей интенсивности отражения лазерных лучей. 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 счёт 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 чёткими.

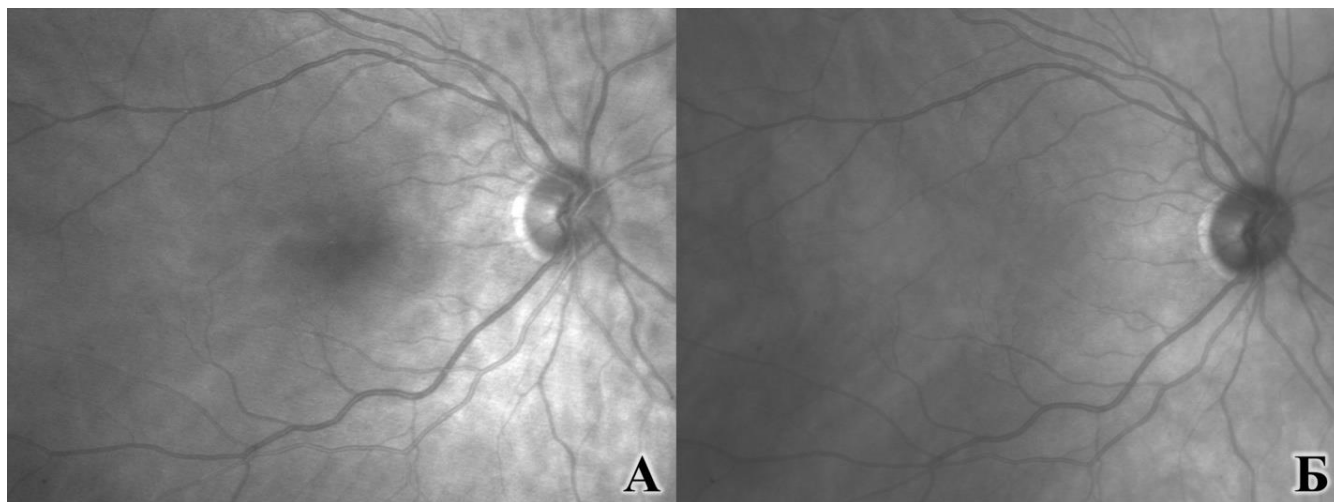


Рисунок 7. Пациент О., 28 л., ИБ А7190 А) Изображение глазного дна в режиме красного лазера (660 нм): в данном режиме интенсивность поглощения лазерных лучей диском зрительного нерва увеличилась, чем при использовании лазеров с меньшей длиной волны; макулярная зона умеренно гипорефлективна, фовеолярный рефлекс отсутствует, в некоторых случаях визуализируются гиперрефлективные тени крупных сосудов хориоидеи Б) Изображение глазного дна в режиме инфракрасного лазера (790 нм): при визуализации в данном режиме ДЗН наиболее интенсивно поглощает лазерные лучи (по сравнению с режимами других лазеров), рефлективность сетчатки однородная, включая центральную зону.

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 аутофлуоресценцию глазного дна блокируют

сосуды сетчатки и элементы крови и, таким образом, выглядят при исследовании аутофлюоресценции в виде гомогенных 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.

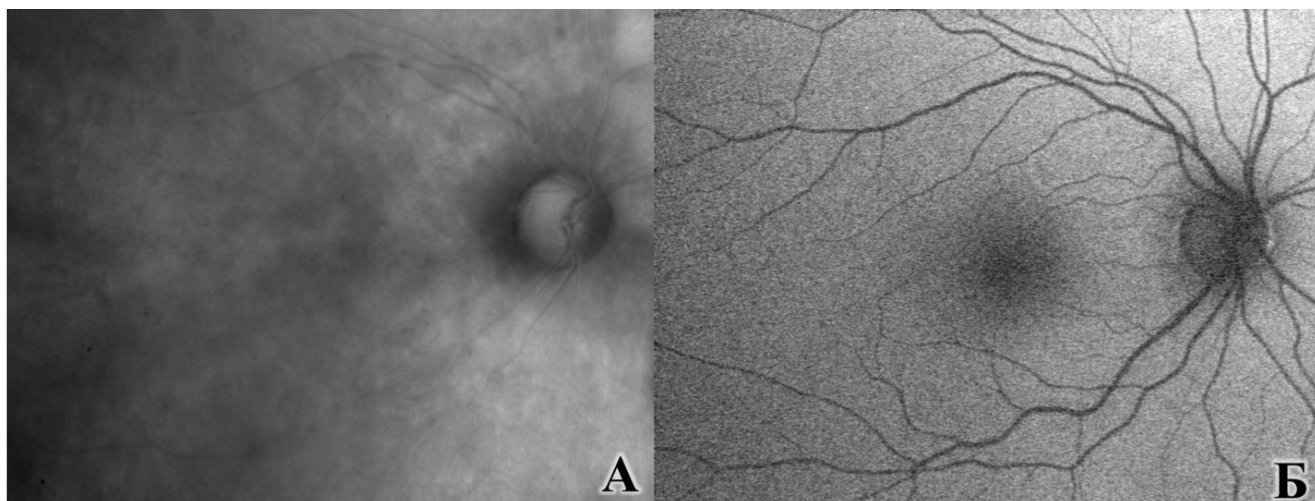


Рисунок 8. Пациент О., 28 л., И\Б А7190 А) Изображение глазного дна в ретро-режиме: диск зрительного нерва очерчивается как кратерообразное углубление, крупные ветви сосудов сетчатки представляются в виде гипорефлективных теней, мелкие сосудистые ветви не визуализируются при данном режиме, поверхность сетчатки характеризуется как ровная, без каких-либо выступов или углублений (рельефных образований) Б) Изображение глазного дна в режиме регистрации аутофлюоресценции: диск зрительного нерва представляется темным по причине отсутствия флюорофоров, с четкими границами, однако на его фоне можно различить тени крупных сосудов, сосуды сетчатки и элементы крови блокируют нормальную аутофлюоресценцию глазного дна, которые выглядят при исследовании аутофлюоресценции в виде гомогенных теней. Исследование аутофлюоресценции сетчатки показало нормальное распределение аутофлюоресценции со снижением интенсивности при приближении к центральной ямке, которая уменьшается за счет уменьшения количества липофусцина клеток пигментного эпителия и блокады макулярным пигментом

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.

3.2 Клиническая характеристика травматических повреждений органа зрения

С сентября 2014 по сентябрь 2016 года было обследовано 50 пациентов (50 глаз). Из них: 41 мужчина, 9 женщин в возрасте от 17 до 80 лет.

Клиническая характеристика пациентов 1а подгруппы отличалась разнообразием симптомов. Были обследованы пациенты, проходящие стационарное лечение в Филиале №1 ГKB им. С.П. Боткина ДЗМ «Офтальмологический стационар» с диагнозом контузия глазного яблока средней и тяжёлой степени тяжести (по классификации Волкова В.В. и соавт. [82]).

3.2.1 Клиническая характеристика повреждений переднего отрезка глаза

Все пациенты были обследованы в первые сутки после получения травмы. В таблице 4 представлены симптомы повреждения переднего отрезка, выявленные в процессе исследования пациентов с контузией глаза.

Таблица 4

Характеристика повреждений переднего отрезка

Симптом	Количество
Гифема	28 (56%)
Эрозия роговицы	12 (24%)
Локальный отёк поверхностных слоёв стромы роговицы	4 (8%)
Травматический мидриаз	11 (22%)
Сублюксация хрусталика	10 (20%)
Гематома век	10 (20%)
Субконъюнктивальное кровоизлияние	9 (18%)
Иридодиализ	3 (6%)
Надрывы зрачкового края радужки	2 (4%)

Циклодиализ	3 (6%)
-------------	--------

После анализа данных, наиболее частым симптомом повреждения переднего отрезка в исследовании явилось кровоизлияние в переднюю камеру, а наиболее редко встречались повреждения радужки и цилиарного тела.

Так, гематома век присутствовала у 10 (20%) человек, а субконъюнктивальное кровоизлияние наблюдалось у 9 (18%) пациентов. Для лечения таких пациентов применялись гемостатические препараты парентерально (раствор этамзилата 12,5% 2,0 мл внутримышечно, курсом 3-5 дней), при этом резорбция гематом занимала в среднем $7 (\pm 2)$ дней, а рассасывание кровоизлияния происходило на $6 (\pm 2)$ сутки.

Существенным аспектом, определяющим сроки применения сканирующей лазерной офтальмоскопии, была прозрачность оптических сред глаза. 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. Восстановление поверхности и прозрачности роговицы достигалось на 3 ± 1 сутки на фоне терапии корнеопротекторными средствами (декспантенол 5%), после чего выполнялась диагностика глазного дна пациентов.

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 (Рисунок 9). Пострадавшие с обширной гифемой не включались в исследование вследствие отсрочки исследования сканирующим лазерным офтальмоскопом. Лечение сопровождалось применением гемостатических препаратов (раствор этамзилата 12,5% 2,0 мл внутримышечно, курсом 5-7 дней).



Рисунок 9. Пациент М., 25 л., ИБ Г37914\15 OD контузия глазного яблока. Visus OS = 0,5 н\к. Цветное фото переднего отрезка глазного яблока: визуализируется гифема 4мм и выраженная взвесь форменных элементов крови, временно затрудняющие осмотр глазного дна.

Травматический мидриаз был выявлен у 11 (22%) пациентов и специального лечения не требовал. Этим пациентам расширение зрачка в диагностических целях для проведения обследования глазного дна не проводилось. У 5 (10%) пациентов в последующем сохранилось стойкое расширение зрачка до 5-6 мм в диаметре, сопровождающееся иридодиализом (у 3 пострадавших) и нарушением аккомодации (у 2 пострадавших). Надрывы зрачкового края встретились у 2 пациентов (4%).

У 3 пациентов (6%) был диагностирован локальный иридодиализ (Рисунок 10). Во всех случаях диализ не превышал 50° и не приводил к двоению или светобоязни, в связи с чем хирургическое лечение таким пациентам не проводилось. Таким пациентам рекомендовано наблюдение и, при возникновении жалоб на монокулярную диплопию или светобоязнь - решение вопроса о пластике радужки.

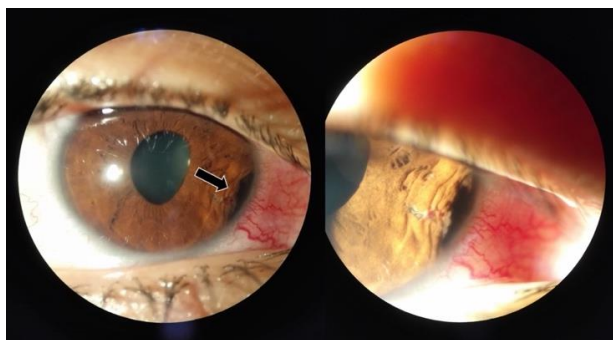
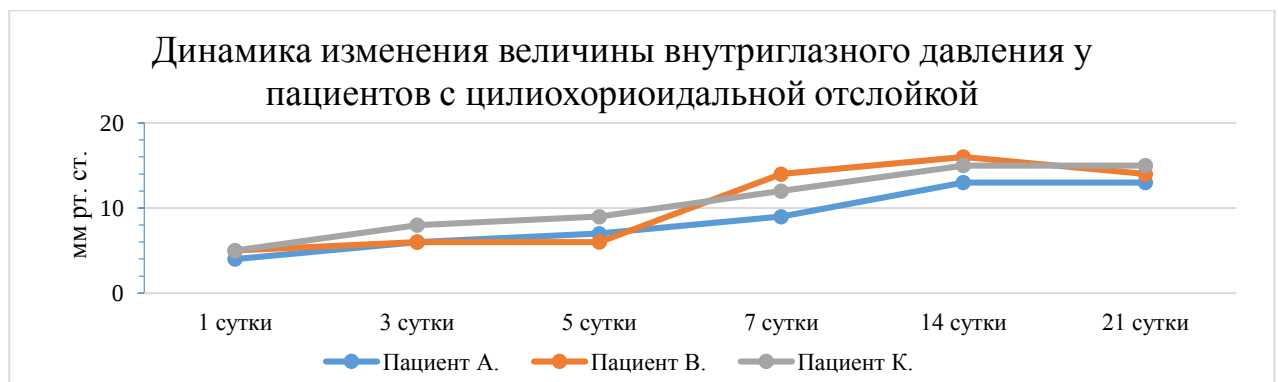


Рисунок 10. Пациент Г., 40 л., ИБ Г20510\15 OD контузия глазного яблока. Visus OS = 0,5 с коррекцией. Цветное фото переднего отрезка глазного яблока: визуализируется локальный иридодиализ по меридианам с 3 до 5 часов.

При гониоскопии и циклоскопии у 3 пострадавших (6%) обнаружены зоны локального циклодиализа в пределах от 10° до 40° . С помощью ультразвуковой диагностики во всех случаях зарегистрирована плоская хориоидальная отслойка. Динамика изменения цифр внутриглазного давления представлена на диаграмме 2. Пациентам проводилась консервативная терапия, которая дополнительно включала в себя применение инстилляций циклопентолата 1% 2 раза в день курсом 10-14 дней, субконъюнктивальных инъекций раствора кофеина-бензоата натрия 20мг 1 раз в день курсом 7 инъекций. На фоне проводимой консервативной терапии произошло закрытие циклодиализа и прилегание сосудистой оболочки у всех пациентов в сроки от 7 до 14 дней. Это было подтверждено при проведении повторной гониоскопии и эхографии.

Диаграмма 2.



Анализ таблицы позволяет сделать вывод о успешности проводимой терапии.

Травматическое повреждение связок хрусталика встречалось в 10 случаях (20%). Во всех случаях это была сублюксация хрусталика I степени по классификации Н.П. Паштаева [66]. В 5 случаях (10%) повреждение связок сопровождалось изменением гидродинамики и возникновением офтальмогипертензии, характеризующееся повышением внутриглазного давления до 26 ± 2 мм рт. ст. В этих случаях повышенное давление было компенсировано назначением гипотензивных средств (применялись гипотензивные средства группы бета-адреноблокаторов и ингибиторов карбоангидразы). На фоне гипотензивной

терапии произошла компенсация внутриглазной гемодинамики у всех пациентов в течении 3 ± 1 суток.

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 тактики лечения.

3.2.2 Клиническая характеристика повреждений заднего отрезка

Первичный осмотр пациентов проходил в кабинете неотложной помощи Филиала №1 ГKB им. С.П.Боткина. Далее пациентам проводилась рентгенография орбит для исключения повреждения костных стенок, и эхография повреждённого глаза с целью исключения отслойки сетчатки или сосудистой оболочки и определения состояния оболочек, стекловидного тела, положения хрусталика. Осмотр глазного дна на этом этапе и в стационаре осуществлялся с помощью метода обратной офтальмоскопии (линзой 78D) тем пациентам, у которых состояние переднего отрезка глаза позволяло визуализировать глазное дно. В дальнейшем, в первые или на вторые сутки, при учёте ограничений описанных ранее, проводилось инструментальное обследование, включающее в себя диагностику повреждений глазного дна методом сканирующей лазерной офтальмоскопии.

Выбранная последовательность изучения изображений, полученных сканирующим лазерным офтальмоскопом, основана на возможной глубине исследования различных режимов. Сначала производился анализ сканов в режимах цветных лазеров от синего до инфракрасного (490 нм, 535 нм, 660 нм, 790 нм), затем изображений в ретро-режиме и в режиме регистрации аутофлюоресценции.

3.2.2.1 Диагностика контузионной ретинопатии.

Признаки контузионной ретинопатии (берлиновского помутнения сетчатки) выявлены офтальмоскопически у 16 (32%) пациентов (Рисунок 11Б) 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 выявлены патологические признаки при обследовании в ретро-режиме, а также в режимах красного и инфракрасного лазеров, что указывает на наличие повреждений наружных слоёв сетчатки.



Рисунок 11. Пациент О., 37 л., ИБ Г11323\15 OS Контузия глазного яблока, сублюксация хрусталика I степени, перелом медиальной и нижней стенок орбиты. Visus OS = 0,5 с коррекцией. 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 макулы при исследовании режимами красного и инфракрасного 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 13) у 16 пострадавших с офтальмоскопическими признаками контузионной ретинопатии и в 13 случаях (26%) без офтальмоскопических признаков в виде побледнения сетчатки.

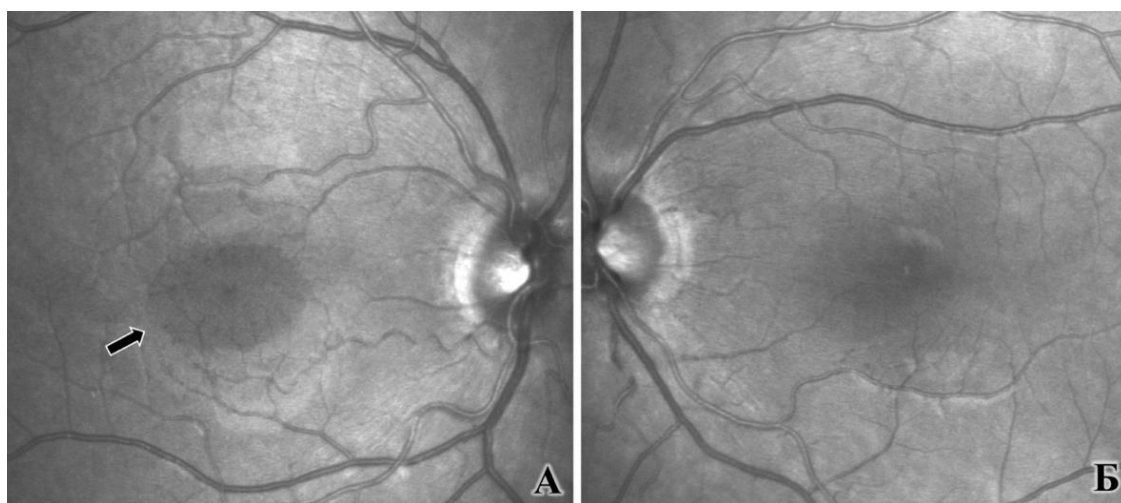


Рисунок 12. Пациент Т., 17 л., И\Б Г76144\14 OD Контузия глазного яблока Visus OD = 0,6 с коррекцией. А. Изображение глазного дна травмированного глаза в режиме красного лазера (660 нм): визуализируется гипорефлективная зона с четкими границами (указано стрелкой). Б. Изображение глазного дна здорового глаза в режиме красного лазера (660 нм): патологические симптомы отсутствуют

Такая визуализация может быть объяснена данными гистологических исследований, описанных Fiona Roberts и Chee Koon Thum [129], в которых выявлены специфические изменения при контузионной ретинопатии. Патологические изменения характеризуются отщеплением наружных сегментов фоторецепторных клеток с образованием отдельных скоплений повреждённых сегментов. Опираясь на эти данные наиболее вероятно, что эти скопления

определяются в ретро-режиме сканирующего лазерного офтальмоскопа в виде «зернистости».

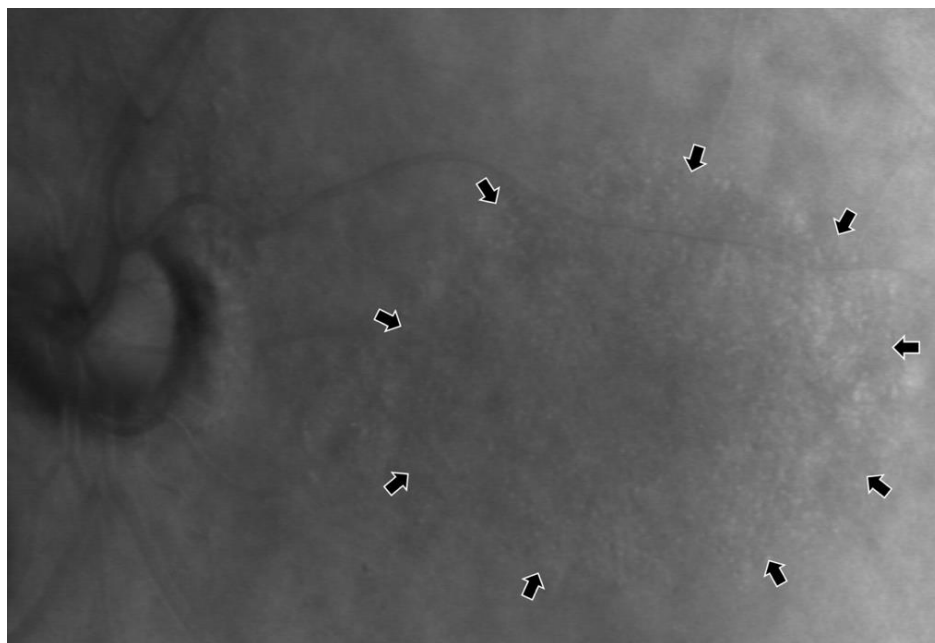


Рисунок 13. Пациент О., 37 л., ИБ Г11323\15 OS Контузия глазного яблока, сублюксация хрусталика I степени, перелом медиальной и нижней стенок орбиты. Visus OS = 0,5 с коррекцией. Изображение глазного дна в ретро-режиме сканирующего лазерного офтальмоскопа: визуализируется область патологической «зернистости» (граница обозначена стрелками).

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

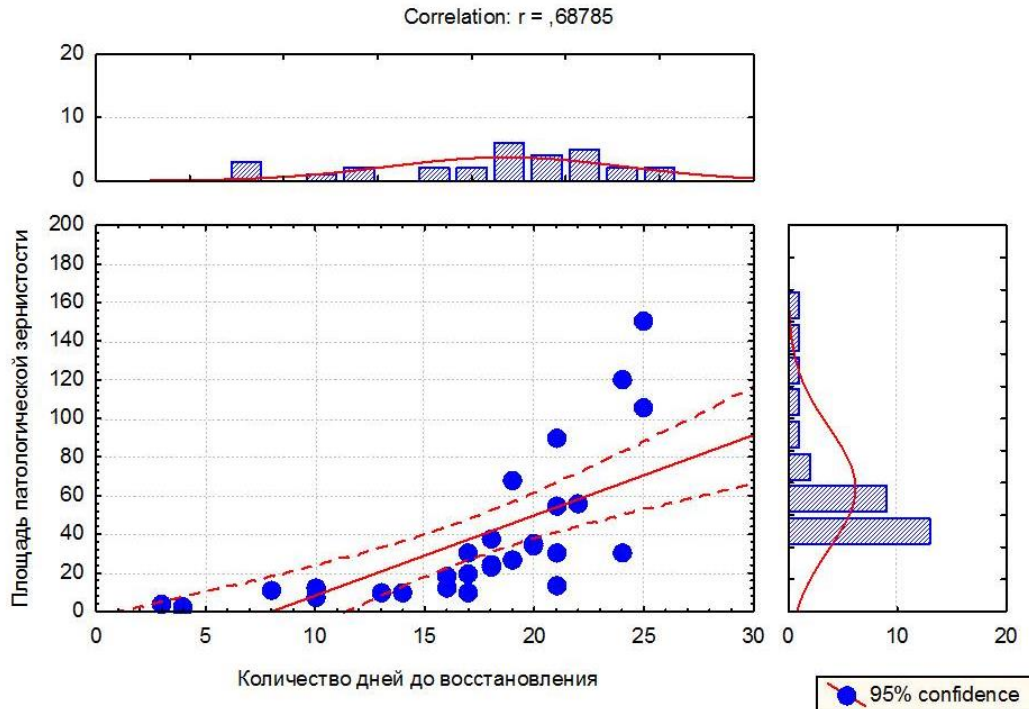
С помощью встроенного программного обеспечения сканирующего лазерного офтальмоскопа производилось измерение площади патологической зернистости для контроля динамики процесса (Рисунок 14). Наибольшая площадь патологической зернистости составила 150,5 мм², наименьшая – 1,5 мм², в среднем составляла 23,9 [10,6; 37,6] мм².

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 составила 18 [14; 21] дней.

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

Диаграмма 3.

Взаимосвязь между количеством дней до восстановления максимально корригируемой остротой 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.

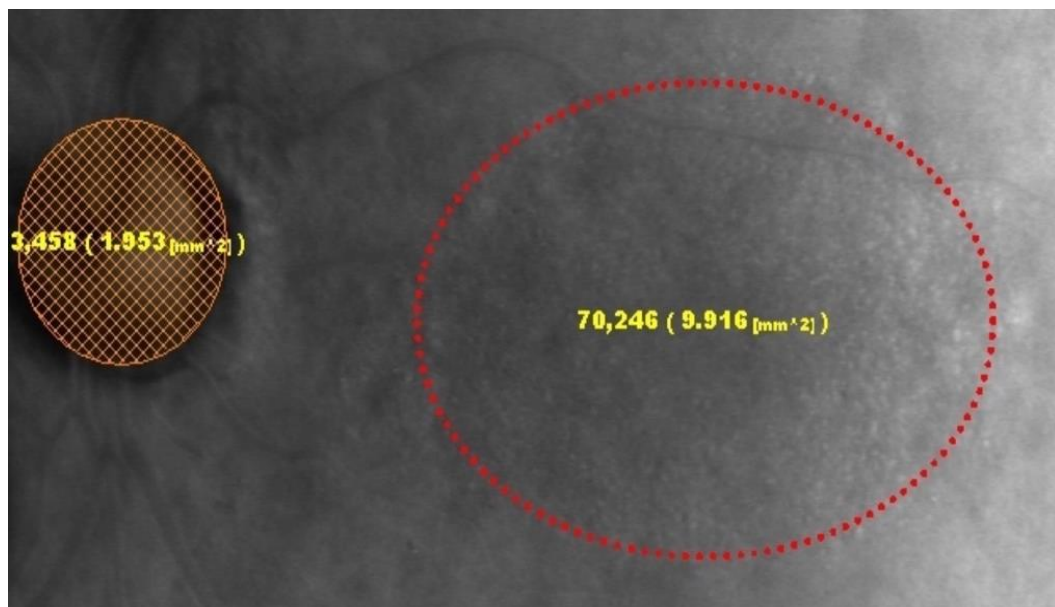
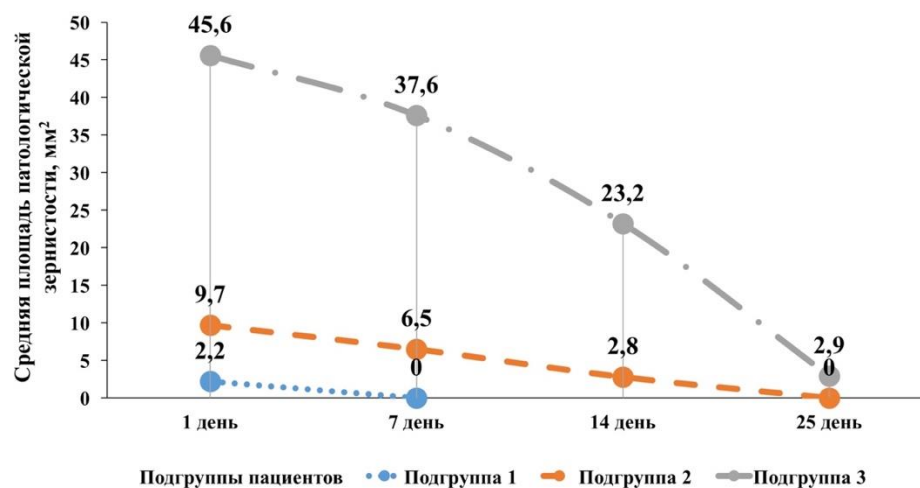


Рисунок 14. Пациент О., 37 л., ИБ Г11323\15 OS Контузия глазного яблока, сублюксация хрусталика I степени, перелом медиальной и нижней стенок орбиты. Visus OS = 0,5 с коррекцией. Изображение глазного дна в ретро-режиме. Используется программное обеспечение прибора: выделение области происходит вручную, 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 3), ввиду чего проявления контузионной ретинопатии классифицировались как лёгкие, средней тяжести и тяжёлые.

Диаграмма 4.

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

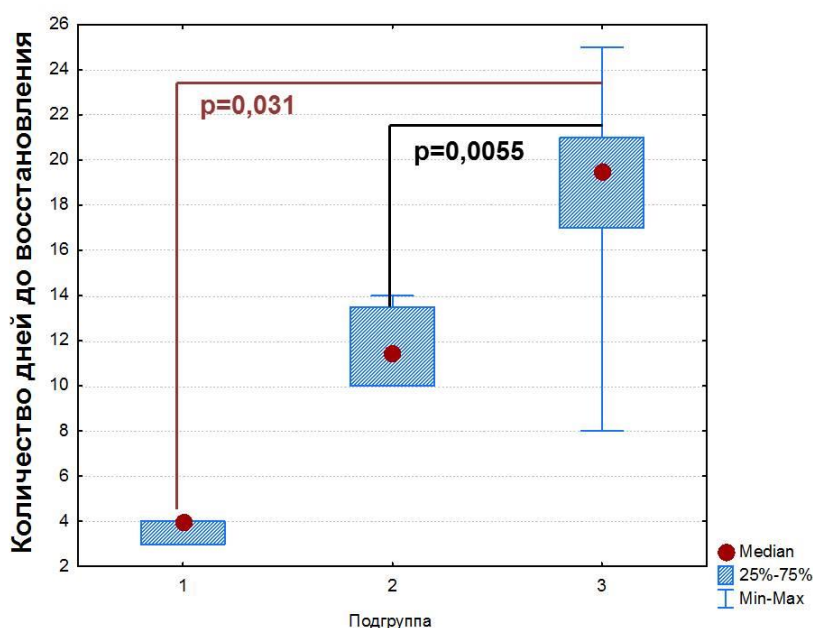
зернистости. Отсутствие патологической зернистости зарегистрировано на у пациентов второй подгруппы 14 ± 1 сутки, у пациентов третьей подгруппы на 25 ± 7 день.

В условиях уменьшения 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 5.

Тест Крускала-Уоллиса: $p=0,0007$



Таким образом, согласно предложенной классификации, 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 15), что подтверждает данные, полученные в ретро-режиме сканирующего лазерного офтальмоскопа. У пациентов с контузионной ретинопатией не было зафиксировано значимых изменений толщины сетчатки (Таблица 5), что позволяет сделать вывод об отсутствии отёка сетчатки.

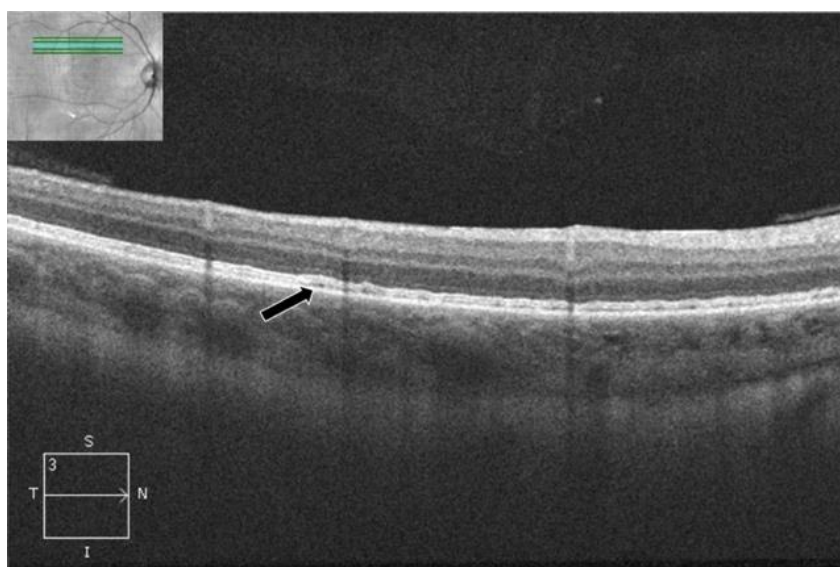


Рисунок 15. Пациент А., 64 г., ИБ Г37865\15 OS Контузия глазного яблока, гифема, надрыв сфинктера зрачка, сублюксация хрусталика I степени, контузионная ретинопатия. Visus OS = 0,16 с коррекцией. ОКТ-изображение сетчатки в перифовеолярной области около верхне-височной сосудистой аркады: визуализируется повреждение фоторецепторов (указано стрелкой).

Таблица 5

Средняя толщина сетчатки разных подгрупп по данным ОКТ

	Травмированный глаз	Контралатеральный глаз	Р*
1 подгруппа	238,7±28,6 мкм	237,7±28,7 мкм	0,48
2 подгруппа	262,5±13,6 мкм	268,8±13,9 мкм	0,27
3 подгруппа	266,1±15,9 мкм	266,2±17,0 мкм	0,49

*Значения Р получены при анализе данных критерием Стьюдента

Таким образом, утолщения сетчатки у пациентов с контузионной ретинопатией не зарегистрировано.

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, получена наиболее полная диагностическая информация о проявлениях контузионной ретинопатии.

Контроль за проводимым лечением пациентов осуществлялся на основании данных, полученных при диагностике сканирующим лазерным офтальмоскопом. Во всех случаях контузионной ретинопатии к лечению пациентов с целью улучшения метаболических процессов клеток сетчатки был добавлен препарат мельдоний (по 250 мг – 3 раза в день первые 7 дней после травмы, далее по 250 мг – 2 раза в день до исчезновения признаков контузионной ретинопатии). В настоящей работе не производилось исследование по оценке эффективности применения данного препарата.

Учитывая диагностические возможности сканирующего лазерного офтальмоскопа и возможность количественного анализа площади поражения при контузионной ретинопатии наряду с другими симптомами, считается возможным

использование метода сканирующей лазерной офтальмоскопии для оценки степени тяжести контузии глазного яблока. 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)).

Клинический пример. Пациент К. 35 лет. Диагноз при поступлении: OS тяжёлая контузия глазного яблока, гифема, травматический мидриаз, сублюксация хрусталика I степени.

Острота зрения левого глаза при поступлении 0,5 (не корректируется). Внутриглазное давление – 13 мм рт.ст.

При осмотре: субконъюнктивальное кровоизлияние диаметром около 4мм в нижне-наружном квадранте; роговица прозрачная; передняя камера средней глубины, во влаге определяется взвесь форменных элементов крови и уровень крови около 1,5 мм; радужка структурна, зрачок неправильной формы, расширен до 5мм, на свет не реагирует; хрусталик прозрачен, выявляется симптом тремуляции при движении глазного яблока. Глазное дно: ДЗН бледно-розовый, границы четкие, сосуды не изменены, в макуле и на периферии без грубой патологии (Рисунок 16).

В первые сутки после контузии поведено обследование методом сканирующей лазерной офтальмоскопии при котором в ретро-режиме диагностирована разлитая патологическая зернистость на площади 150,5 мм² (Рисунок 17). Методом оптической когерентной томографии подтверждено повреждение фоторецепторов (Рисунок 18).



Рисунок 16. Пациент К. 35 л., ИБ Г90331\15 OS контузия глазного яблока. Цветное фото глазного дна: грубые патологические изменения на глазном дне отсутствуют.



Рисунок 17. Пациент К. 35 л., ИБ Г90331\15 OS контузия глазного яблока. Панорамное изображение глазного дна в ретро-режиме: выявлена обширная зона патологической зернистости (150,5 мм²)

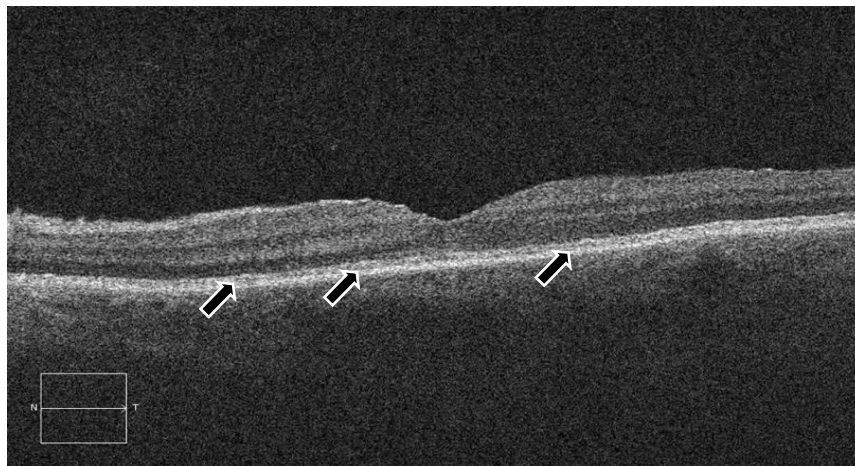


Рисунок 18. Пациент К. 35 л., И\Б Г90331\15 OS контузия глазного яблока. ОКТ-изображение центральной зоны: стрелками указаны выраженные зоны деструкции в эллипсоидной зоне фоторецепторов и зоне сочленения колбочек с пигментным эпителием.

Таким образом, методом сканирующей лазерной офтальмоскопии было выявлено повреждение сетчатки в виде области патологической зернистости, характерной для контузионной ретинопатии. С учётом выявленных субклинических проявлений контузионной ретинопатии произведена коррекция терапии пациента (добавлен препарат мельдоний (по 250 мг – 3 раза в день первые 7 дней после травмы, далее по 250 мг – 2 раза в день до исчезновения признаков контузионной ретинопатии)).

На фоне терапии при контрольном исследовании на 14 день после травмы отмечена положительная динамика как при обследовании методом сканирующей лазерной офтальмоскопии (Рисунок 19Б), так и при использовании метода оптической когерентной томографии (Рисунок 20Б). На контрольном обследовании пациента на 25 день патологических симптомов контузионной ретинопатии при исследовании инструментальными методами не выявлено (Рисунок 19В, 20В).

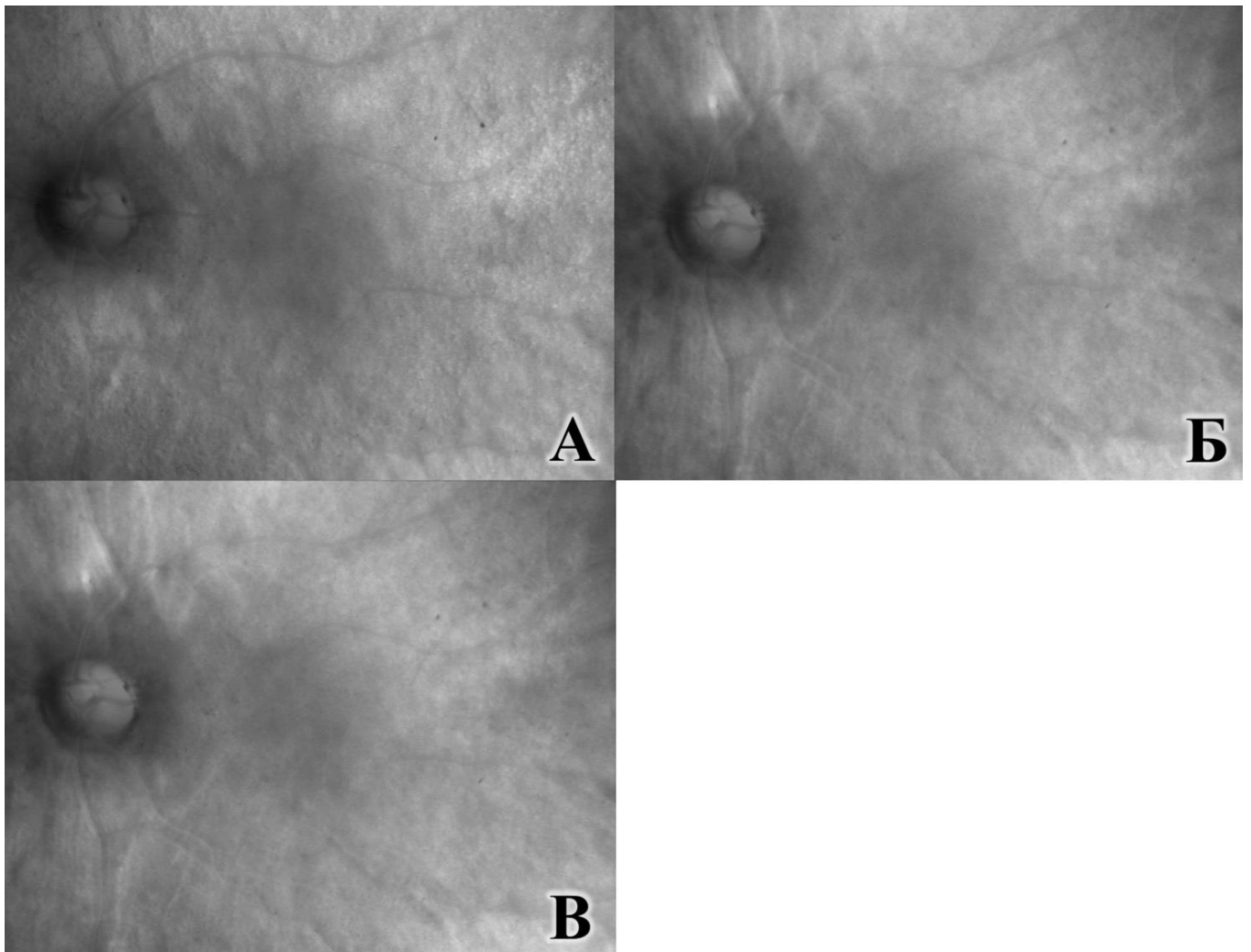


Рисунок 19. Пациент К. 35 л., ИБ Г90331\15 OS контузия глазного яблока. Изображение глазного дна в ретро-режиме. А. 1 сутки после травмы: выявляется выраженная патологическая зернистость. Б. 14 сутки после травмы: отмечается уменьшение площади и плотности зернистости. В. 25 сутки после травмы: патологическая зернистость не определяется

Острота зрения травмированного глаза на 14 день равнялась 0,7 с коррекцией, а на 25 сутки после травмы повысилась до 0,9-1,0 с гиперметропической коррекцией.

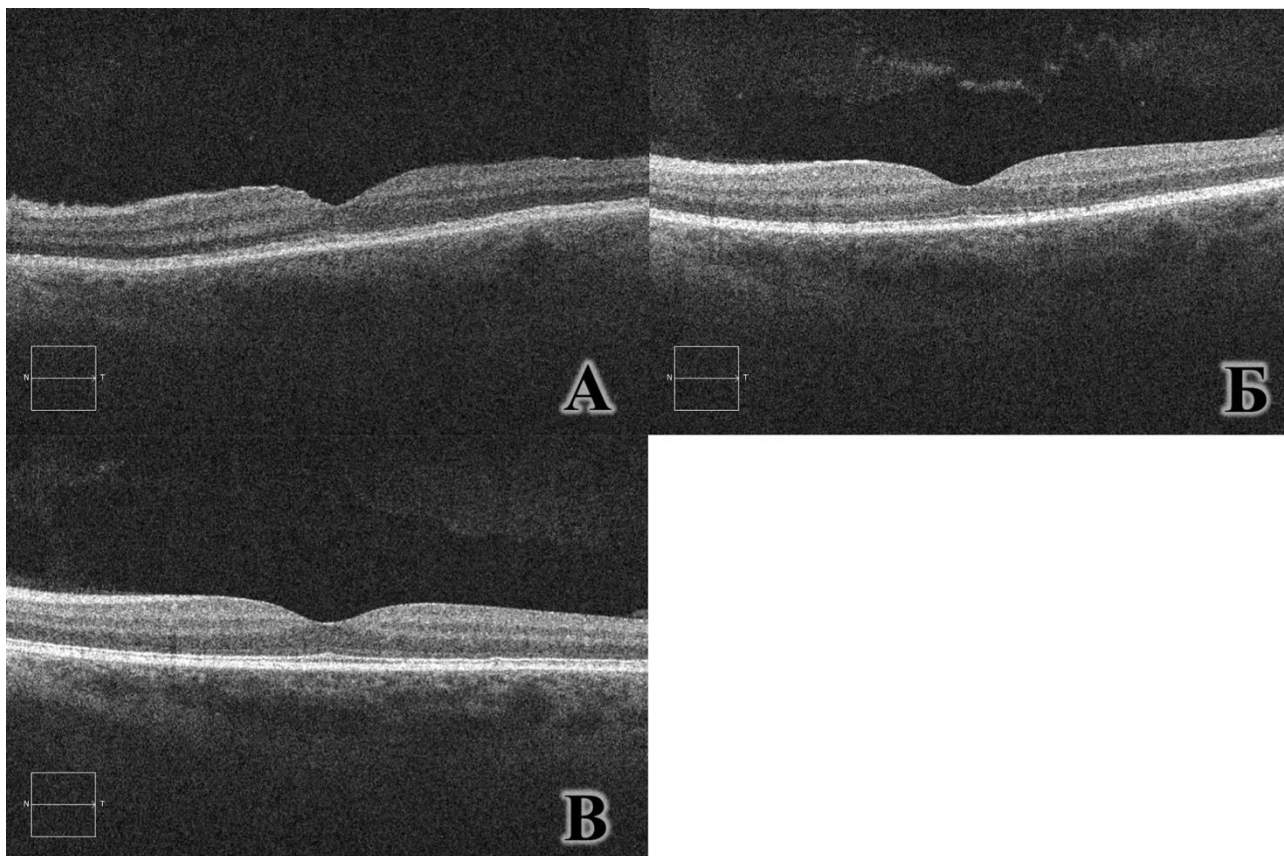


Рисунок 20. Пациент К. 35 л., ИБ Г90331\15 OS контузия глазного яблока. ОКТ-изображение глазного дна. А. 1 сутки после травмы: выражена деструкция наружных слоев. Б. 14 сутки после травмы: зарегистрирован регресс изменений в эллипсоидной зоне фоторецепторов. В. 25 сутки после травмы: патологические изменения полностью регрессировали, профиль сетчатки восстановился.

Применение метода сканирующей лазерной офтальмоскопии в данном случае наряду с методом оптической когерентной томграфии позволило выявить контузионные изменения сетчатки, произвести количественную оценку поражённой области и скорректировать проводимую терапию, а в дальнейшем отследить динамику регресса патологических изменений и провести контроль за проводимым лечением.

3.2.2.2 Диагностика субретиальных кровоизлияний.

В 8 случаях (16%) контузия сопровождалась субретиальным кровоизлиянием (Рисунок 21) различной локализации в виде темно-красных зон с чёткими границами. Для лечения пациентов с данной патологией применялись гемостатические (раствор этамзилата 12,5% 2,0 мл внутримышечно, курсом 5 дней) и, в дальнейшем, фибринолитические средства (проурокиназа 5000ЕД парабульбарно, курс – 10 инъекций), а также в схему лечения пациентов включались глюкокортикостероиды (дексаметазон парабульбарно 2-4 мг, курсом 7-14 инъекций; дексаметазон 1% инстилляций в конъюнктивальную полость 3 раза в день, курс 14 дней), нестероидные противовоспалительные средства (диклофенак натрия 2,5% 3,0 мл внутримышечно, курсом 3-5 дней; непафенак 0,1% инстилляций в конъюнктивальную полость по 0,05 мл 3 раза в день 30-45 дней), антигистаминные (хлоропирамин 2% 1,0 мл внутримышечно 7-10 дней).

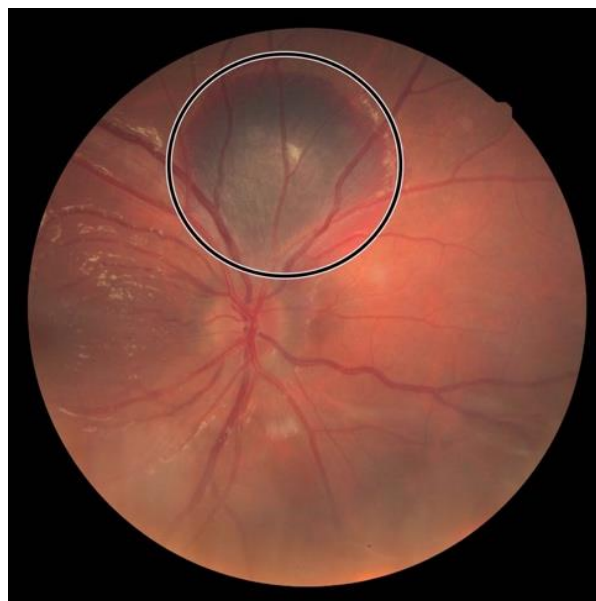


Рисунок 21. Пациент А., 20 л., ИБ Г92353\14 OS контузия глазного яблока, субретиальное кровоизлияние. Visus OS = 0,8 с коррекцией. Цветное фото глазного дна: визуализируется крупное субретиальное кровоизлияние над диском зрительного нерва (выделено кругом).

Субретиальные геморрагии различного объёма и локализации частично регистрировались при диагностике синим (490 нм) лазером (Рисунок 22А), а полный объем при диагностике зелёным (532 нм) лазером (Рисунок 22Б) и визуализировались как чёткие гипорефлективные области. При диагностике красным и инфракрасным лазером, а также в ретро-режиме (Рисунок 22Г, Д, Ж) признаки кровоизлияния отсутствовали. При диагностике аутофлюоресценции в случае субретиальных геморрагий определялась четкая зона гипоаутофлюоресценции, соответствующая зоне кровоизлияния, тем самым подтверждалась субретиальная локализация (Рисунок 22В).

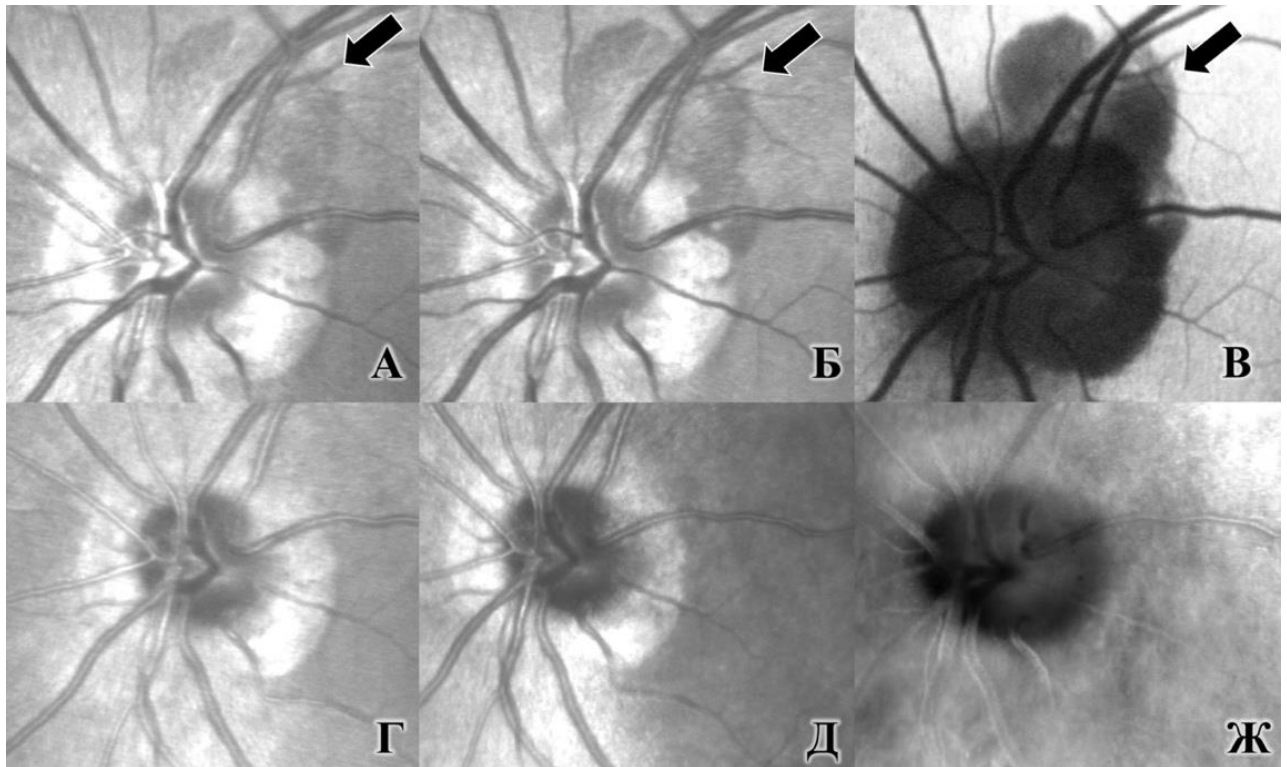


Рисунок 22. Пациент С., 33 г., ИБ Г74072\14 OS контузия глазного яблока, контузионная ретинопатия, субретиальное кровоизлияние. Visus OS = 0,5 н\к.

Изображение области ДЗН в различных режимах сканирующего лазерного офтальмоскопа. Стрелкой указана зона субретиального 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

Обращает на себя внимание факт, что 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 23А).

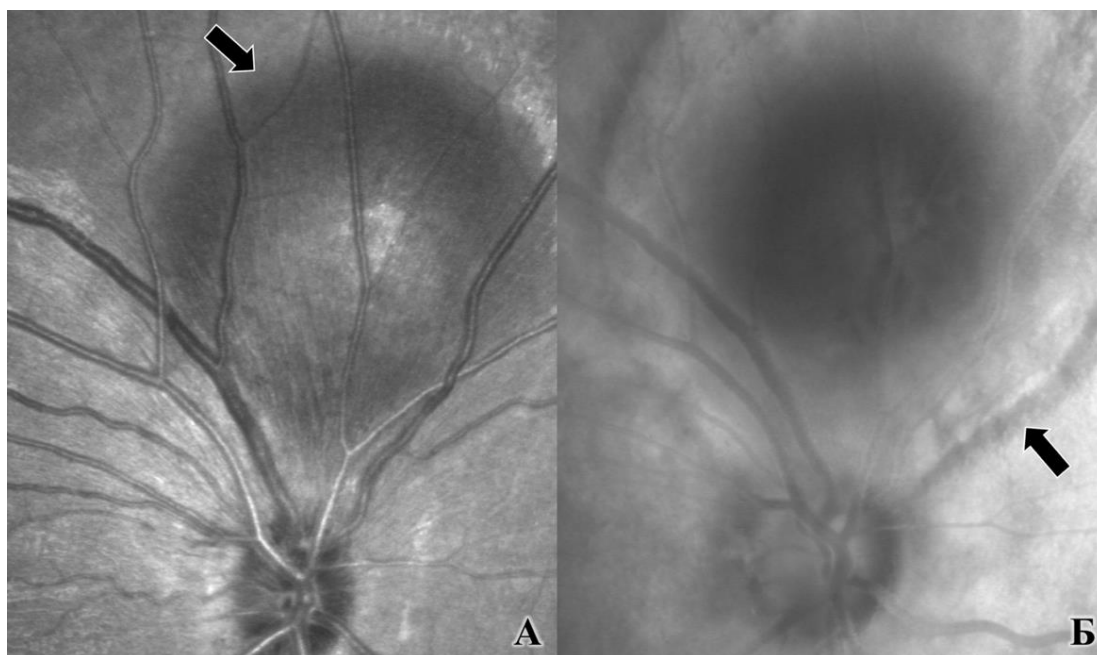


Рисунок 23. Пациент А., 20 л., ИБ Г92353\14 OS контузия глазного яблока, субретинальное кровоизлияние, отслойка нейроэпителия. Visus OS = 0,8 с коррекцией. Изображение глазного дна в режиме красного (660nm) лазера. Стрелкой указано субретинальное кровоизлияние. Б) Изображение глазного дна в ретро-режиме. Стрелкой указана граница отслойки нейроэпителия.

Для контроля динамики резорбции крови было произведено измерение площади кровоизлияния, выявляемого при использовании метода сканирующей лазерной офтальмоскопии при первом осмотре и далее при динамическом наблюдении за пациентами. Контрольные обследования проводились на 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 и 40 день после травмы.

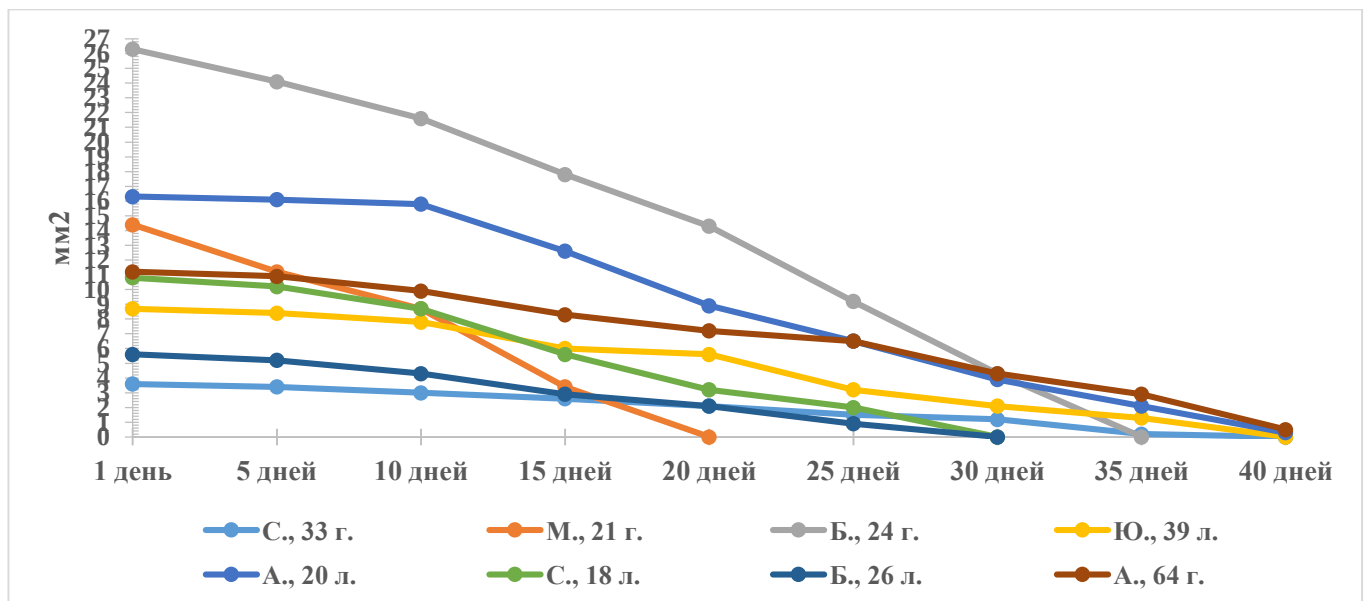
Субретинальные кровоизлияния различного объема и локализации лучше всего визуализировались при диагностике зеленым (532 нм) лазером как четкие гипорефлективные области. Именно на изображениях, полученных, в этом режиме

проводилось измерение площади кровоизлияний с помощью программного обеспечения сканирующего лазерного офтальмоскопа. Максимальная зарегистрированная площадь кровоизлияния была 26,3 мм², минимальная – 3,6 мм².

Длительность резорбции геморагий была различна. На диаграмме 6 представлены данные об изменении площади кровоизлияния.

Диаграмма 6.

Динамика изменения площади субретинального кровоизлияния



На фоне терапии признаки кровоизлияний исчезали в срок до 40 дней у 6 пациентов. У двух пациентов оставались остаточные области площадью менее 0,5 мм², которые отсутствовали при контрольном осмотре на 45 сутки после травмы. Полученные данные о площади и интенсивности кровоизлияния позволяют на практике отслеживать динамику резорбции сгустка.

Применение метода сканирующей лазерной офтальмоскопии позволило в равной степени выявлять признаки субретинальных кровоизлияний как и при использовании метода оптической когерентной томографии.

Впоследствии, в течение 3 месяцев после травмы у трёх пациентов в зоне, соответствующей очагу кровоизлияния, сформировалась зона дистрофии, выражающаяся в виде области уплощения рельефа сетчатки, выявляемого в ретро-

режиме, что позволило говорить о деструкции наружных слоёв сетчатки (Рисунок 24А), и в виде области мелких очажков гипо- и гиперавтофлюоресценции, выявляющихся при регистрации аутофлюоресценции (Рисунок 24Б). При использовании метода оптической когерентной томографии была выявлена деструкция наружных слоёв сетчатки (Рисунок 25). Полученные данные инструментального обследования повлияли на тактику последующего лечения этих пациентов: к терапии были добавлены метаболические (мельдоний по 250 мг – 2 раза в день, курс 30 дней) и регенерантные (ретиналамин 5 мг парабульбарно, курс 5-10 инъекций) препараты.

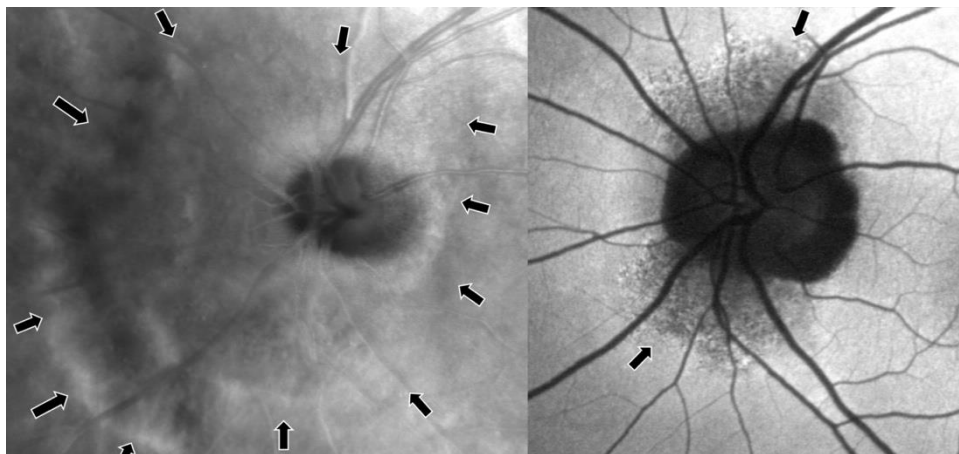


Рисунок 25. Пациент С., 33 г., ИБ Г74072\14 OS контузия глазного яблока, контузионная ретинопатия, субретинальное кровоизлияние. Visus OS = 0,7 с коррекцией. Исследование через 90 дней после травмы. 1) Изображение глазного дна в ретро-режиме сканирующего лазерного офтальмоскопа. Стрелками указана область уплощения рельефа сетчатки. 2) Регистрация аутофлюоресценции: стрелками указаны зоны очажков гипо- и гиперавтофлюоресценции (в данном случае области кровоизлияния соответствует верхняя зона).

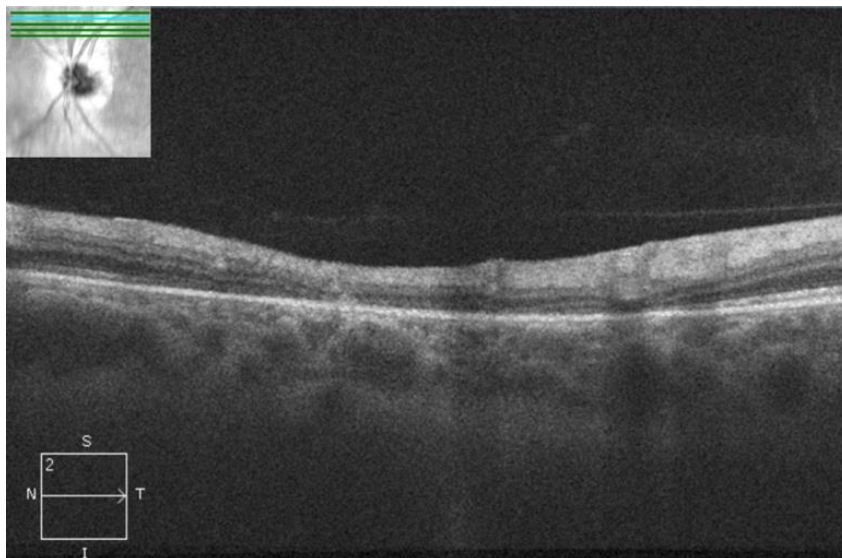


Рисунок 25. Пациент С., 33 г., ИБ Г74072\14 OS контузия глазного яблока, контузионная ретинопатия, субретиальное кровоизлияние. Visus OS = 0,7 с коррекцией. Исследование через 90 дней после травмы. ОКТ-изображение сетчатки в области сформировавшейся зоны дистрофии: визуализируется деструкция наружных слоёв сетчатки и ее истончение.

3.2.2.3 Диагностика отслойки нейроэпителия.

Отслоение нейроэпителия встречалось в 7 случаях (14%) контузионной травмы глаза. У 6 пациентов отслоение нейроэпителия сопровождало субретиальные геморрагии (Рисунок 23Б, Рисунок 26).

По данным сканирующей лазерной офтальмоскопии отслойка нейроэпителия визуализировалась в виде четкой зоны «подъема» сетчатки, которую возможно увидеть при сканировании в ретро-режиме (Рисунок 27). Кроме того, при использовании красного и инфракрасного режимов этим зонам соответствовали гипорефлективные области с нечеткими границами.

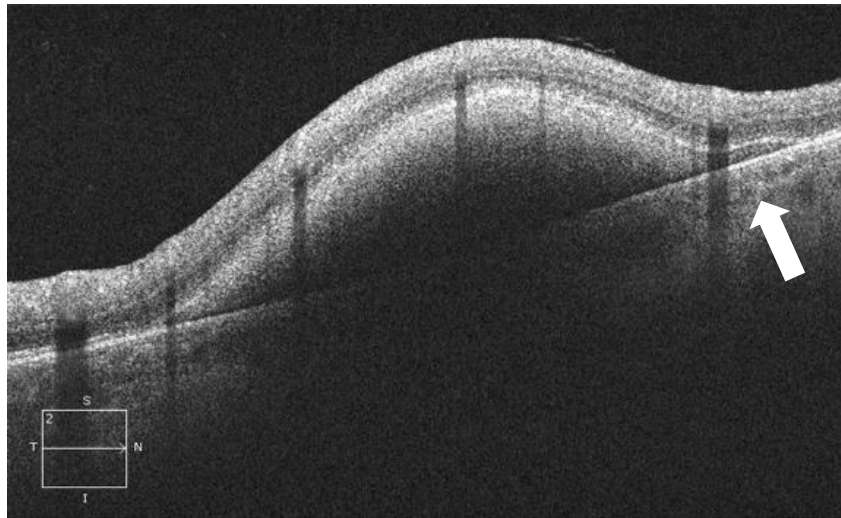


Рисунок 26. Пациент А., 20 л., ИБ Г92353\14 ОС контузия глазного яблока, субретиальное кровоизлияние, отслойка нейроретина. Visus OS = 0,8 с коррекцией. ОКТ-изображение: визуализируется объемное субретиальное кровоизлияние и отслоение нейроретина (указано стрелкой).

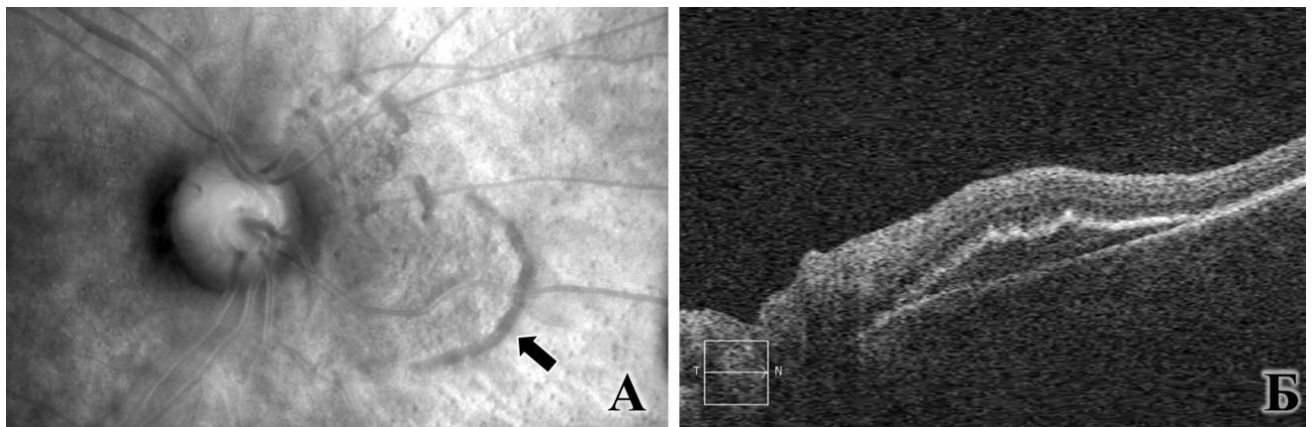


Рисунок 27. Пациент П., 30 л., ИБ Г61528\14 ОД контузия глазного яблока, гифема, ириодиализ, грыжа стекловидного тела, сублюксация хрусталика I степени, контузионная ретинопатия. Visus OD = 0,3 с коррекцией. А. Изображение в ретро-режиме: визуализируется зона отслойки нейроретинального слоя (указано стрелкой), также видна патологическая зернистость сетчатки. Б. ОКТ-изображение: визуализируется отслойка нейроретинального слоя.

Прилегание отслойки нейроретинального слоя происходило вслед за резорбцией кровяного сгустка, о чем свидетельствовало динамическое наблюдение с использованием обоих методов. В одном случае отслоения нейроретинального слоя, который

не сопровождался кровоизлиянием, прилегание произошло в течение 30 дней на фоне терапии.

3.2.2.4 Диагностика травматического макулярного разрыва сетчатки.

В исследовании у 4 пострадавших (8%) наблюдалась клиническая картина травматического макулярного разрыва (Рисунок 28).

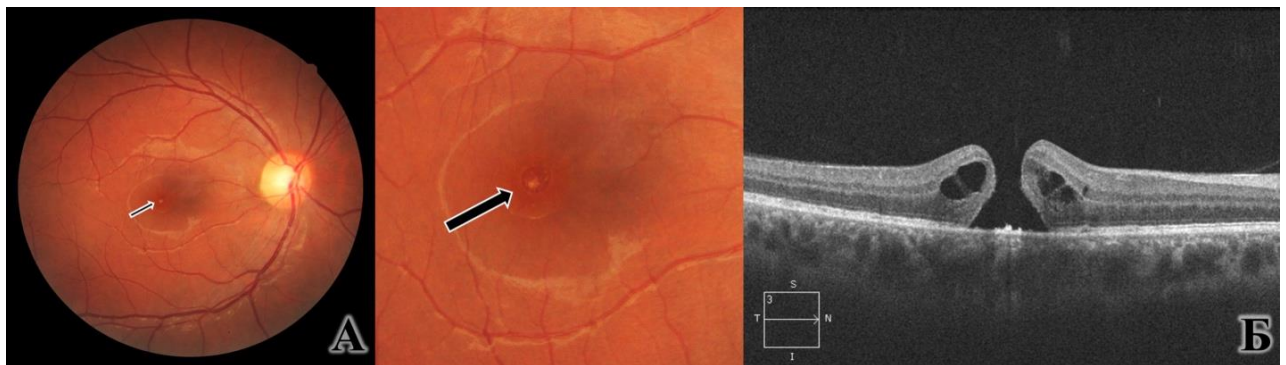


Рисунок 28. Пациент М., 27 л., ИБ Г28576\15 OD контузия глазного яблока, гифема, травматический мидриаз, контузионная ретинопатия, травматический макулярный разрыв. Visus OD = 0,3 н\к. А. Цветное фото глазного дна: стрелкой указан травматический макулярный разрыв. Б. ОКТ-скан: визуализируется сквозной макулярный разрыв сетчатки

Травматический макулярный разрыв при применении метода сканирующей лазерной офтальмоскопии диагностировался в режимах синего и зелёного лазеров, что дало представление об уровне поражения сетчатки (Рисунок 30А). В режимах исследования красным и инфракрасным лазерами выявлялась гипорефлексивность центральной зоны, аналогично таковому симптому при контузионной ретинопатии, что давало дополнительную информацию о тяжелом характере травмы (Рисунок 29Б). В ретро-режиме диагностировались границы разрыва и кистовидный отёк вокруг травматического макулярного разрыва (Рисунок 29А).

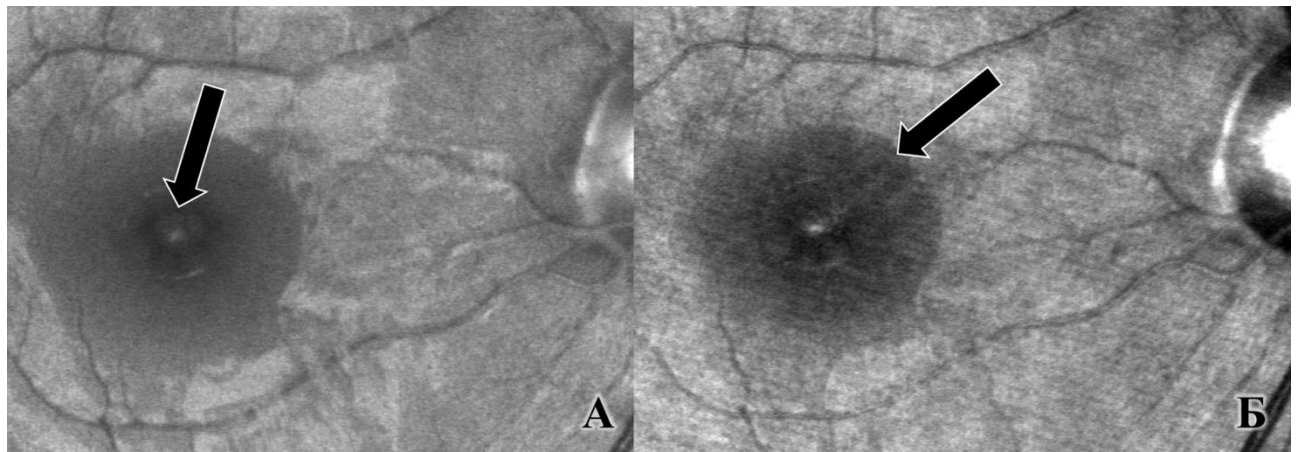


Рисунок 29. Пациент М., 27 л., ИБ Г28576\15 OD контузия глазного яблока, гифема, травматический мидриаз, контузионная ретинопатия, травматический макулярный разрыв. Visus OD = 0,3 н\к. Изображение макулярной области в разных режимах сканирующего офтальмоскопа. А) Синий лазер (490 нм): видны границы травматического макулярного разрыва (указано стрелкой). Б) Красный лазер (660 нм): видна гипорефлексивность макулы (указано стрелкой).

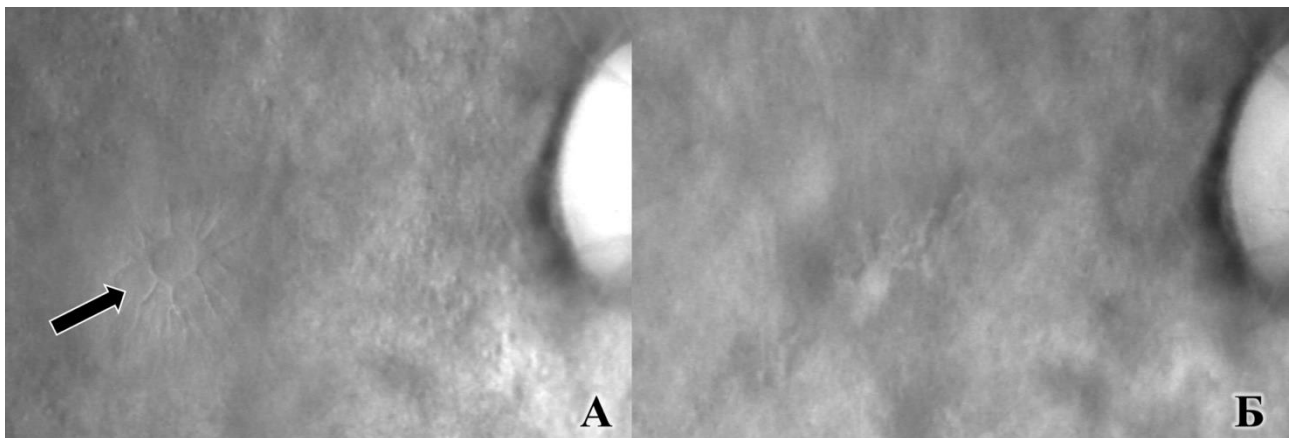


Рисунок 30. Пациент М., 27 л., ИБ Г28576\15 OD контузия глазного яблока, гифема, травматический мидриаз, контузионная ретинопатия, травматический макулярный разрыв. Visus OD = 0,3 н\к. Изображение макулярной области в разных режимах сканирующего офтальмоскопа. А) Ретро-режим: видны четкие границы макулярного разрыва с перифокальным кистозным отеком (указано стрелкой) Б) Исследование в ретро-режиме через 1 месяц после травмы: произошло структурное восстановление макулярной зоны, отсутствуют явления кистозного отёка

Двум пациентам было проведено оперативное лечение на 14 день с момента травмы в следующем объёме: закрытая субтотальная витрэктомия, пиллинг внутренней пограничной мембраны, тампонада газовой смесью. Тактика оперативного лечения была избрана в виду отсутствия положительной динамики: диаметр макулярного разрыва не уменьшился на фоне проводимого лечения. После оперативного лечения произошло закрытие разрыва. У двух пациентов постепенное закрытие разрыва произошло на фоне консервативной терапии в течение 30 дней. После лечения не выявлено признаков разрыва при обследовании в ретро-режиме (Рисунок 30Б). Максимальная корригируемая острота зрения у этих пациентов повысилась до 0,4-0,5 после проведенной терапии.

3.2.2.5 Диагностика хориоидального разрыва.

Разрыв хориоидеи методом сканирующей лазерной офтальмоскопии диагностирован в 3 случаях (6%) в виде изогнутой светлой линии, концентричной диску зрительного нерва (Рисунок 31А).

Диагностика разрыва хориоидеи оказалась возможна во всех режимах сканирующего лазерного офтальмоскопа. Зона разрыва визуализируется в виде чёткой гиперрефлективной зоны (Рисунок 31Б).

Учитывая отсутствие каких-либо специфических вариантов лечения разрывов хориоидеи, дополнительная терапия таким пациентам не проводилась. Однако пациентам рекомендовано проведение профилактического осмотра раз в 6 месяцев, и, при подозрении на возникновение хориоидальной неоваскуляризации выполнение флюоресцентной ангиографии.

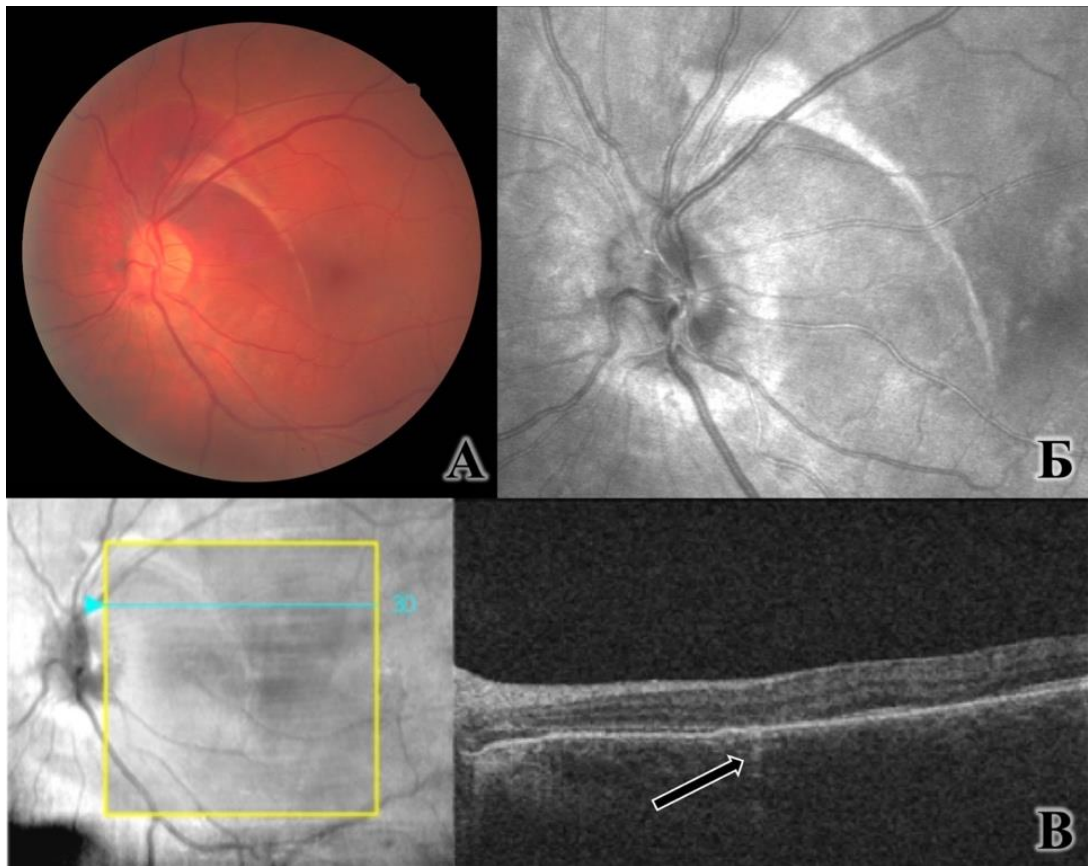


Рисунок 31. Пациент С. 35 л., ИБ Г27780\16 OS контузия глазного яблока, сублюксация хрусталика I степени, частичный гемофтальм, субретинальное кровоизлияние, разрыв хориоидеи. Visus OS = 0,05 н\к. На цветном фото (А) и изображении, полученном при помощи красного (660 нм) лазера (Б) виден серповидный разрыв хориоидеи. При использовании метода оптической когерентной томографии (В) визуализируется гиперрефлективный участок (указано стрелкой) в толще хориоидеи.

3.2.2.6 Диагностика гипотонической макулопатии.

У 3 пострадавших (6%) диагностирована постконтузионная гипотоническая ретинопатия, которая развивалась на фоне циклодиализа ($n=3$, 6%) и плоской отслойки сосудистой оболочки и был выявлен патогномичный феномен «фигуры звезды», проявляющийся в виде складчатости сетчатки (Рисунок 32).

На фоне консервативной терапии, которая включала в себя применение инстилляций циклопентолата 1% 2 раза в день курсом 10-14 дней, субконъюнктивных инъекций раствора кофеина-бензоата натрия 20мг 1 раз в день курсом 7 инъекций, произошла нормализация офтальмотонуса (средние цифры внутриглазного давления в первые сутки после травмы 5 ± 1 мм рт.ст., после лечения 13 ± 1 мм рт.ст.).

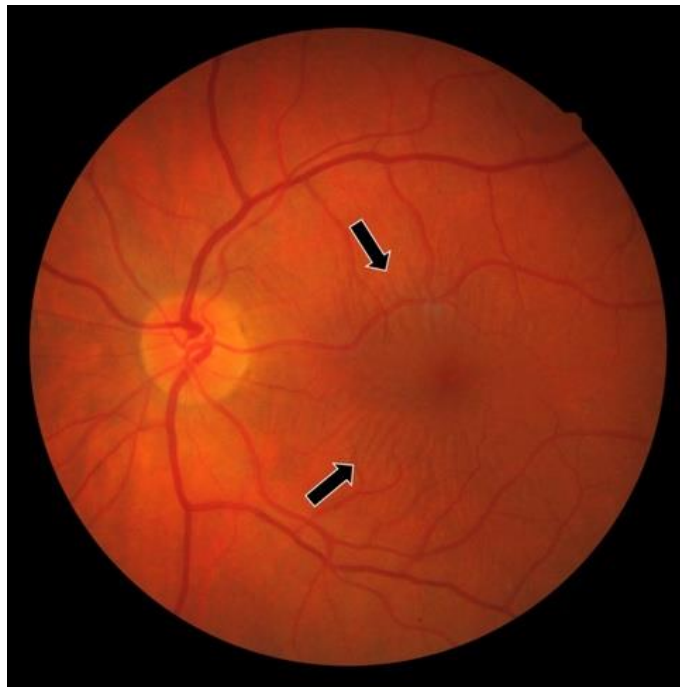


Рисунок 32. Пациент К. 35 л., ИБ Г90331\15 OS контузия глазного яблока, гифема, травматический мидриаз, сублюксация хрусталика I степени, контузионная ретинопатия, постконтузионный гипотонический синдром. Visus OS = 0,5 с коррекцией. Цветное фото глазного дна: визуализируется складчатость сетчатки в виде «фигуры звезды» (указано стрелками).

При обследовании сканирующим лазерным офтальмоскопом феномен «фигуры звезды» визуализировался режимами синего (Рисунок 32А) и зелёного лазеров, в режимах красного и инфракрасного лазеров также возможно оценить наличие данного симптома. Проявления гипотонического синдрома у

наблюдаемых пациентов отсутствовали на 7 день после травмы, что подтвердила диагностика сканирующим лазерным офтальмоскопом (Рисунок 33В).

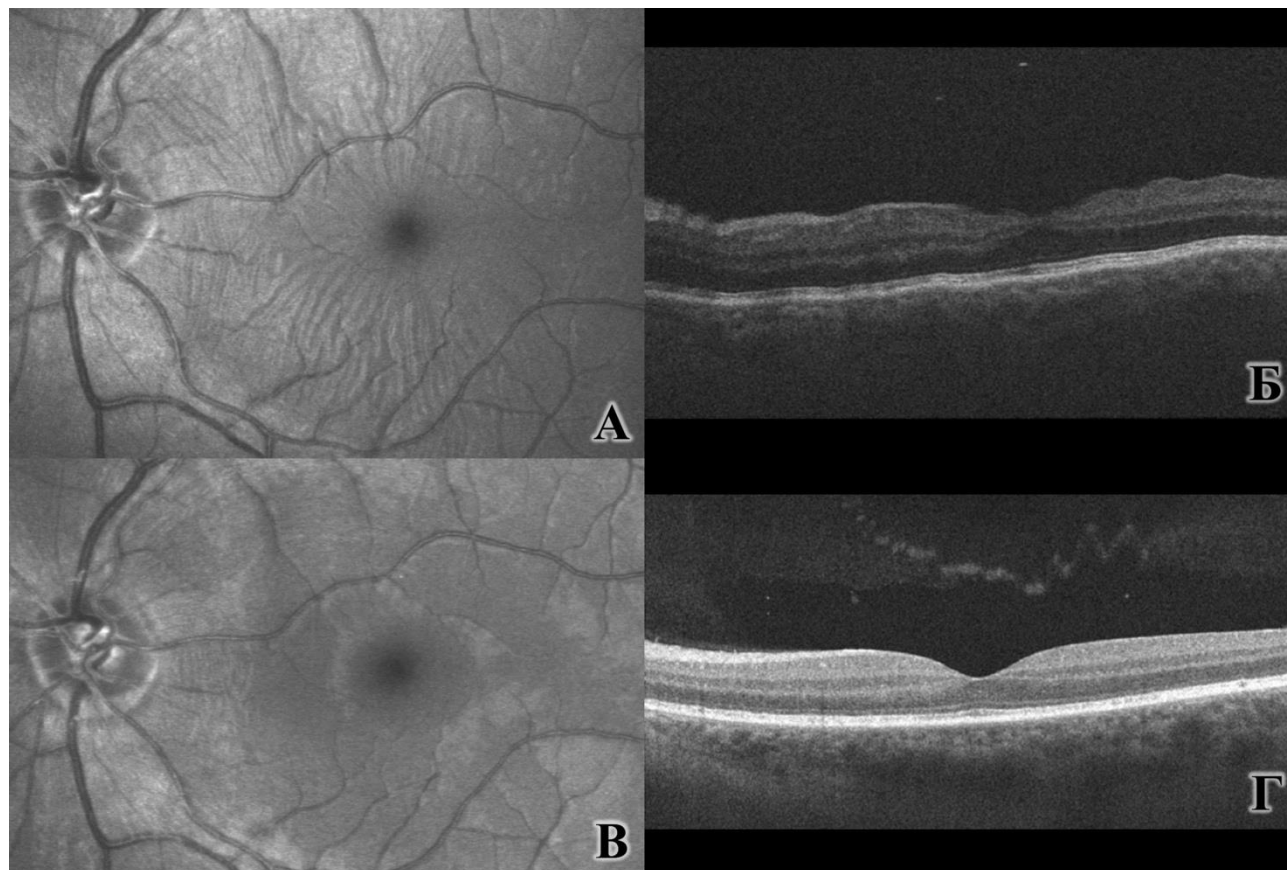


Рисунок 33. Пациент К. 35 л., ИБ Г90331\15 OS контузия глазного яблока, гифема, травматический мидриаз, сублюксация хрусталика I степени, контузионная ретинопатия, постконтузионный гипотонический синдром. Visus OS = 0,5 с коррекцией. А. «Фигура звезды» при гипотонической ретинопатии. Изображение в режиме синего лазера (490 нм) сканирующего лазерного офтальмоскопа. Б. Складчатость слоев сетчатки, визуализируемая методом оптической когерентной томографии В. Изображение в режиме синего (490 нм) лазера через 7 дней после травмы: признаки гипотонической ретинопатии отсутствуют. Г. Складчатость сетчатки также отсутствует при ОКТ-исследовании, профиль сетчатки не изменен.

3.2.2.7 Диагностика травматической оптической нейропатии.

Признаки травматической оптической нейропатии в настоящем исследовании были выявлены у одного пациента (2%). В первые сутки после травмы при офтальмоскопии был выявлен отёк диска зрительного нерва, перипапиллярные геморрагии, умеренная деколорация и проминенция диска зрительного нерва (Рисунок 34).



Рисунок 34. Пациент Р., 55 л., ИБ Г3609\16 OD Контузия глазного яблока, травматический мидриаз, сублюксация хрусталика I степени, частичный гемофтальм, травматическая оптическая нейропатия. Visus OD = 0,2 н\к. Травматическая оптическая нейропатия через 7 дней после начала лечения. Цветное фото глазного дна: визуализируется ступеванность границ диска зрительного нерва и линейные резорбирующиеся геморрагии.

В ходе обследования методом сканирующей лазерной офтальмоскопии наиболее ценными в диагностике травматической оптической нейропатии оказались режимы красного, и инфракрасного лазеров, позволяющие визуализировать отёк диска зрительного нерва и ступеванность границ (Рисунок

35А). 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 35Б) лечения и отсутствовали уже на 14 день проводимой терапии.

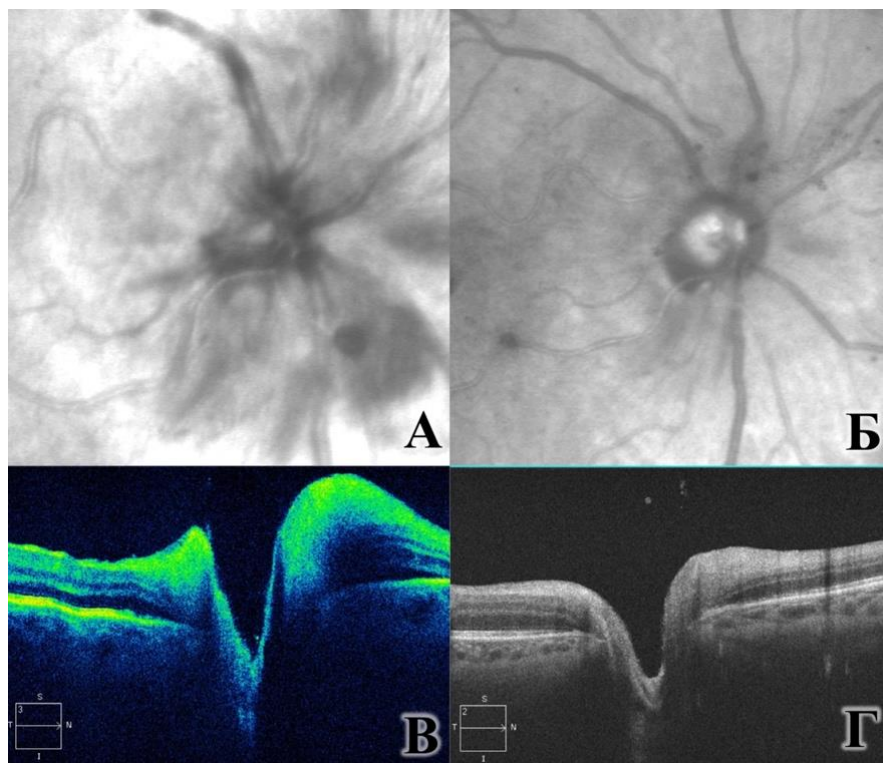


Рисунок 35. Пациент Р., 55 л., ИБ Г3609\16 OD Контузия глазного яблока, травматический мидриаз, сублюксация хрусталика I степени, частичный гемофтальм, травматическая оптическая нейропатия. Изображения, полученные при помощи красного (660 нм) лазера сканирующего офтальмоскопа А) Травматическая оптическая нейропатия в остром периоде: видны ступенчатость 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. В) Данные ОКТ-исследования позволяют подтвердить клиническую картину, регистрируемую при помощи сканирующего лазерного офтальмоскопа: визуализируется проминенция ДЗН, утолщение нейроэпителия перипапиллярной зоны Г) Сохраняется некоторое утолщение нейроэпителия перипапиллярно с носовой стороны

3.2.2.8 Диагностика нарушения кровообращения в системе центральной артерии сетчатки.

Привлек интерес встретившийся случай редко возникающего последствия травмы: острое нарушение кровообращения в системе центральной артерии сетчатки. Этот пациент представлен как клинический случай.

Клинический случай. Пациент А. 46 лет. Травма левого глаза получена при занятии спортом. Поступил с диагнозом: OS – тяжёлая контузия глазного яблока, сублюксация хрусталика I степени, травматический макулярный разрыв, нарушение кровообращения в системе нижневисочной ветви центральной артерии сетчатки.

Острота зрения при поступлении OS – 0,01 не корригирует, внутриглазное давление 15 мм рт.ст.

При осмотре: глаз раздражен, роговица прозрачная, передняя камера средней глубины, влага прозрачная, радужка структурна, зрачок круглый, реакция на свет ослаблена, хрусталик представлялся прозрачным, факодонез I степени. Глазное дно: диск зрительного нерва бледно-розовый с чёткими границами, артерии и вены нормального калибра, за исключением ветви ниже-височной ветви центральной артерии сетчатки – ток крови отсутствовал, вокруг сосуда – ишемический отёк сетчатки. В макулярной зоне визуализируется разрыв сетчатки (Рисунок 36).

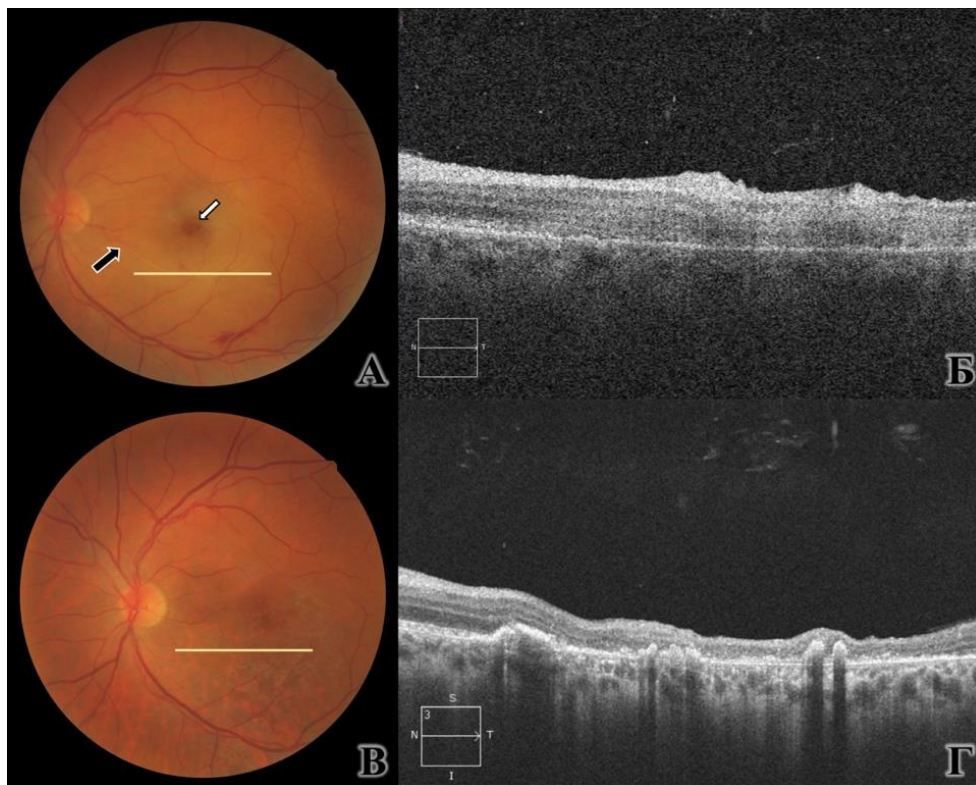


Рисунок 36. Пациент А., 46 л., ИБ Г9701\15 OS контузия глазного яблока, гифема, травматический мириаз, частичный гемофтальм, травматический макулярный разрыв, нарушение кровообращения в системе нижневисочной ветви центральной артерии сетчатки. А) Цветное фото глазного дна: визуализируется нарушение кровообращения в системе нижневисочной ветви центральной артерии сетчатки (тёмная стрелка) с окружающей зоной ишемии и травматический макулярный разрыв (светлая стрелка). Б) ОКТ в области ишемического отёка сетчатки: визуализируется утолщение и дезорганизация слоёв сетчатки В) Цветное фото глазного дна через 30 дней после контузии: по ходу ниже-височной сосудистой аркады визуализируется область дезорганизации пигмента Г) При ОКТ-исследовании диагностируется истончение слоёв сетчатки, слои плохо дифференцируются, деструкция наружных слоёв, сливные друзы и участки отслойки пигментного эпителия

При обследовании методом сканирующей лазерной офтальмоскопии изменения в виде отсутствия кровотока в артерии визуализировались лазерами синего и зелёного спектров (Рисунок 37).

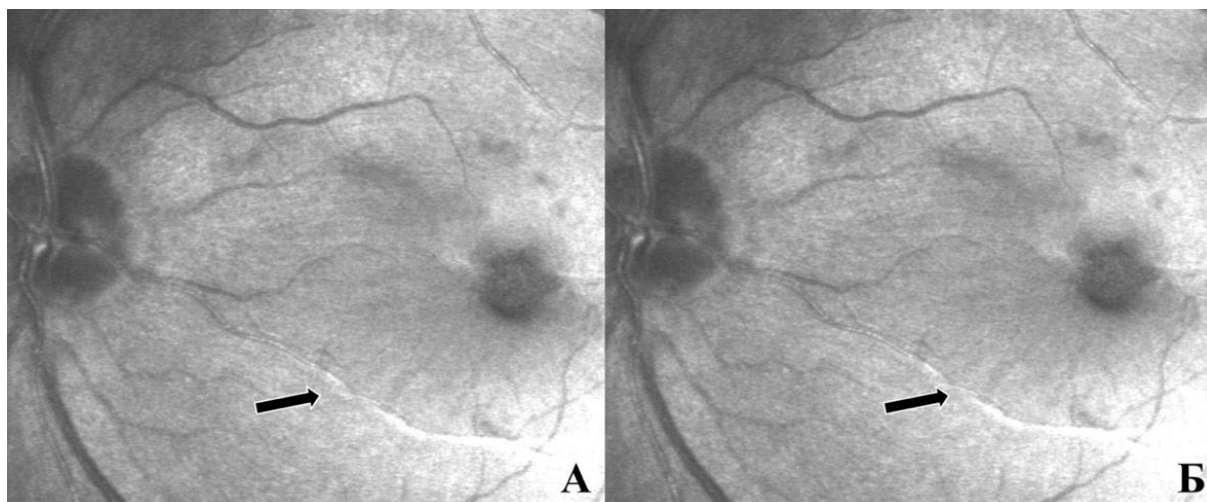


Рисунок 37. Пациент А., 46 л., ИБ Г9701\15 OS контузия глазного яблока, гифема, травматический мидриаз, частичный гемофтальм, травматический макулярный разрыв, нарушение кровообращения в системе нижневисочной ветви центральной артерии сетчатки. Нарушение кровообращения в системе нижневисочной ветви центральной артерии сетчатки (указано стрелкой) визуализируется при использовании синего 490 нм (А) и зелёного 532 нм (Б) лазеров.

Пациенту проводилась комплексная глюкокортикоидная и метаболическая терапия (дексаметазон внутривенно курсом по убывающей схеме начиная с 12 мг, курс 5 дней; ацетазоламид 250 мг – однократно (с целью улучшения перфузии тканей); мельдоний 500 мг – 2 раза в день курс 30 дней).

На фоне проводимой терапии произошло постепенное исчезновение ишемического отёка сетчатки в течение 8 дней после начала лечения, острота зрения повысилась до 0,02. На 20 день после травмы произошло закрытие макулярного разрыва. Однако в течение 30 дней постепенно сформировалась обширная зона ретинальной дистрофии, которая проявлялась зонами различной рефлективности в режимах лазерного сканирования и в режиме исследования

аутофлюоресценции (Рисунок 38). Острота зрения после проведенного курса терапии повысилась до 0,03 (не корригирует). За время наблюдения за пациентом патологических изменений внутриглазной гидродинамики не происходило.

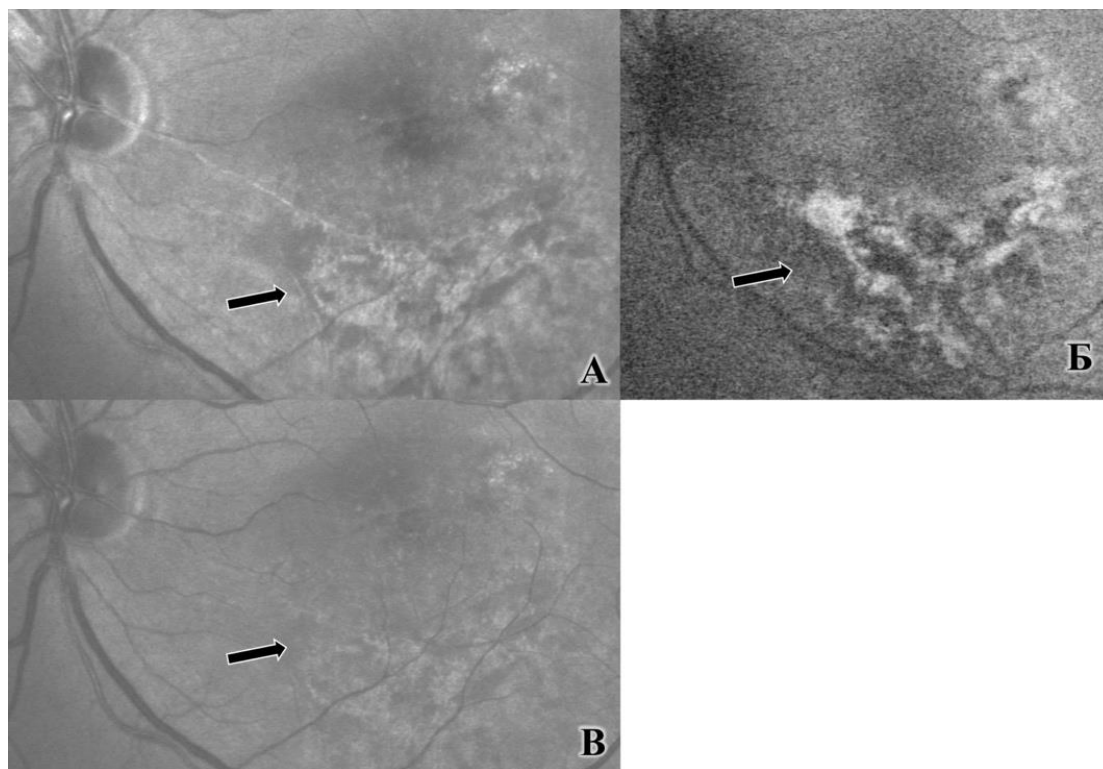


Рисунок 38. Пациент А., 46 л., ИБ Г9701\15 OS контузия глазного яблока, гифема, травматический мидриаз, частичный гемофтальм, травматический макулярный разрыв, нарушение кровообращения в системе нижневисочной ветви центральной артерии сетчатки. Формирование зоны ретинальной дистрофии через 30 дней после нарушения кровообращения ветви центральной артерии сетчатки (указано стрелкой). А) Синий лазер 490 нм Б) Регистрация аутофлюоресценции В) Зелёный лазер 532 нм

Общие данные о патологических симптомах, выявленных методом непрямой офтальмоскопии и методом сканирующей лазерной офтальмоскопии представлены в таблице 6.

Таблица 6

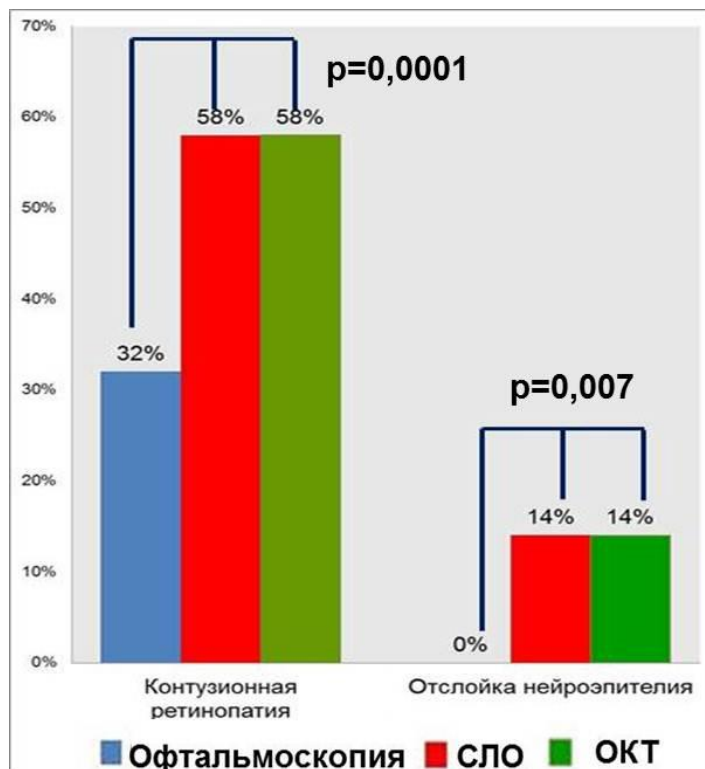
Клиническая симптоматика повреждений заднего полюса выявляемая разными методиками

Симптом	Офтальмоскопия	СЛО	ОКТ
Контузионная ретинопатия, n(%)	16 (32%)	29 (58%)	29 (58%)
Субретиальное кровоизлияние, n(%)	8 (16%)	8 (16%)	8 (16%)
Травматический макулярный разрыв, n(%)	4 (8%)	4 (8%)	4 (8%)
Разрыв хориоидеи, n(%)	3 (6%)	3 (6%)	3 (6%)
Гипотоническая ретинопатия, n(%)	3 (6%)	3 (6%)	3 (6%)
Травматическая оптическая нейропатия, n(%)	1 (2%)	1 (2%)	1 (2%)
Нарушение кровообращения в системе нижневисочной ветви ЦАС, n(%)	1 (2%)	1 (2%)	1 (2%)
Отслойка нейроэпителия, n(%)	0	7 (14%)	7 (14%)

Примечание: СЛО – сканирующая лазерная офтальмоскопия, ОКТ – оптическая когерентная томография, ЦАС – центральная артерия сетчатки

Диаграмма 7.

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



Анализ данных таблицы 6 и диаграммы 7 свидетельствуют о том, что метод сканирующей лазерной офтальмоскопии достоверно позволяет выявлять признаки контузионной ретинопатии ($p=0,0001$) и диагностировать отслойку нейрорепителителя ($p=0,007$), 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 после ультразвуковой эхографии и перед диагностикой методом оптической когерентной томографии. Это обусловлено меньшим полем исследования оптического когерентного томографа, который, однако, имеет большую разрешающую способность. Так, сканирующий лазерный офтальмоскоп позволяет выявлять основной объем диагностической информации и топографию повреждений, а метод оптической когерентной томографии применялся для уточнения патологических изменений в необходимой зоне глазного дна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведено обследование 50 пациентов (100 глаз) с контузией глаза различной степени тяжести и 35 практически здоровых человек (70 глаз). В соответствии с поставленной целью и задачами были выделены основные этапы исследования: диагностика глазного дна практически здоровых лиц методом сканирующей лазерной офтальмоскопии и обследование и наблюдение пациентов с травмой глаза. После анализа данных впервые представлена характеристика нормального глазного дна, зарегистрированы и охарактеризованы контузионные изменения заднего отрезка на разных структурных уровнях сетчатки и хориоидеи при обследовании различными режимами визуализации сканирующего лазерного офтальмоскопа.

Описаны наиболее характерные особенности визуализации сетчатки, диска зрительного нерва и сосудов сетчатки: в режиме синего лазера (490 нм) наиболее интенсивно отражал лазерные лучи диск зрительного нерва, границы диска были чёткие, сосуды дифференцировались по калибру, артерии более рефлексивны, распределение интенсивности отражения лазерных лучей сетчатки однородная, однако фовеа имела вид гипорефлексивной зоны с сохранением фовеолярного рефлекса. В режиме зелёного лазера (532 нм), по сравнению с визуализацией синим лазером рефлексивность ДЗН уменьшилась; наилучшим образом визуализируются сосуды сетчатки; уменьшилась интенсивность поглощения лазерных лучей зоной фовеа. В режиме красного лазера (660 нм) интенсивность поглощения лазерных лучей диском зрительного нерва увеличилась, чем при использовании лазеров с меньшей длиной волны; макулярная зона умеренно гипорефлексивна, фовеолярный рефлекс отсутствует, в некоторых случаях визуализируются гиперрефлексивные тени крупных сосудов хориоидеи. В режиме инфракрасного лазера (790 нм) диск зрительного нерва наиболее интенсивно поглощает лазерные лучи (по сравнению с режимами других лазеров), рефлексивность сетчатки однородная, включая центральную зону.

.

Наиболее важными критериями при оценке изображений явились: равномерное распределение рефлективности сетчатки, с учетом особенностей изменения рефлективности фовеа в режимах лазеров с различной длиной волны, и диска зрительного нерва при смене лазерного источника.

Изменение визуализации центральной зоны и диска зрительного нерва при смене лазерного источника сканирования обосновывает возможность визуализации 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, был сформирован алгоритм анализа изображений глазного дна при сканировании лазерным офтальмоскопом: в начале происходит сканирование синим лазером (490 нм), затем зелёным лазером (532 нм), далее красным (660 нм) и инфракрасными (790 нм) лазерными режимами. После диагностики разными источниками происходило сканирование в ретро-режиме и в режиме регистрации аутофлюоресценции.

Методом сканирующей лазерной офтальмоскопии с применением различных режимов визуализации впервые зарегистрированы и оценены контузионные изменения глазного дна на разных структурных уровнях сетчатки и хориоидеи. Субретиальные кровоизлияния различной локализации частично регистрируются при сканировании синим лазером (490 нм), а полный объем регистрируется при сканировании зелёным лазером (532 нм) и имеют вид четко отграниченных гипорефлективных областей. При регистрации аутофлюоресценции в случае субретиального кровоизлияния определяется зона гипоаутофлюоресценции с чёткими границами, соответствующая зоне кровоизлияния, тем самым, подтверждая субретиальную локализацию

кровоизлияния. Зона отслоения нейроэпителия при сканировании лазерным офтальмоскопом представлялась в виде области «приподнятости» сетчатки с чёткими границами, которую возможно диагностировать при использовании ретро-режима визуализации. Контузионная ретинопатия выявлялась при использовании ретро-режима визуализации в виде чётко отграниченной патологической зернистости. Травматический макулярный разрыв сетчатки визуализировался в режиме исследования синим и зелёным лазером, ретро-режим визуализации позволил увидеть границы и кистозный отёк вокруг разрыва. Разрыв хориоидеи диагностировался при использовании всех режимов лазерного сканирования и выглядел в виде гиперрефлективной зоны с чёткими границами. Гипотоническая ретинопатия, проявляющаяся в виде радиальной складчатости сетчатки, наилучшим образом регистрировалась с помощью синего (490нм) и зелёного (532нм) лазеров, тогда как изображение в спектре красного (660нм) и инфракрасного (790нм) лазеров менее отчётливо передавало патологические изменения. Нарушение кровообращения в системе нижневисочной ветви центральной артерии сетчатки выявлялось в режимах синего лазера (490 нм), зеленого лазера (532 нм) и режиме регистрации аутофлюоресценции. Изменения при травматической оптической нейропатии диагностировались в режимах синего лазера (490 нм), зеленого лазера (532 нм), красного лазера (660 нм), инфракрасного лазера (790 нм) и в ретро-режиме.

Выполнен анализ и количественная оценка патологических областей (площади поражения) и оценена динамика регресса контузионных изменений на примере контузионной ретинопатии и субретинальных кровоизлияний. В каждом случае проводилось измерение площади патологических проявлений с помощью программного обеспечения прибора. У пациентов с признаками контузионной ретинопатии исчезновение патологической зернистости наблюдалось в сроки от 7 до 25 дней. Впервые с помощью сканирующей лазерной офтальмоскопии зарегистрированы тончайшие изменения сетчатки в виде патологической зернистости при контузионной ретинопатии и количественно оценена площадь патологических изменений. Эти детальные изображения глазного дна позволяют

судить о посттравматических изменениях сетчатки даже при субклиническом течении контузионной ретинопатии. Также разработана и запатентована методика определения тяжести контузионной ретинопатии (патент на изобретение № 2624374 от 03.07.2017 (Приоритет от 13.11.2015)). Методика сканирующей лазерной офтальмоскопии позволила улучшить качество диагностики пациентов, а также контролировать динамику процесса и проводимую терапию. Резорбция субретинальных кровоизлияний у пострадавших в исследовании на фоне лечения происходила в сроки от 20 до 40 дней. Отсутствие патологических зон при исследовании методом сканирующей лазерной офтальмоскопии и улучшение зрительных функций явилось показанием для завершения терапии и критерием регресса патологических изменений.

Все вышеперечисленные преимущества метода сканирующей лазерной офтальмоскопии позволяют применять данную методику как отдельный способ инструментального обследования глазного дна пациентов с контузией глаза. Учитывая равную частоту выявления патологических симптомов как методом оптической когерентной томографии, так и методом сканирующей лазерной офтальмоскопии, применение метода с равной эффективностью возможно как изолированно, так и в комплексной диагностике. Однако, наиболее полную диагностическую информацию можно получить при использовании метода сканирующей лазерной офтальмоскопии совместно с другими инструментальными методами исследования.

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

Таким образом, полученные результаты исследования позволяют использовать методику сканирующей лазерной офтальмоскопии для диагностики пациентов с контузией глаза для уточнения диагноза и степени тяжести поражения, а также для контроля проводимой терапии.

Результаты диссертационной работы внедрены в клиническую практику ГБУЗ "Городская клиническая больница им. С.П. Боткина ДЗМ" Филиал № 1.

Результаты научных исследований включены в соответствующие разделы основной профессиональной образовательной программы высшего образования подготовка кадров высшей квалификации в ординатуре по специальности «Офтальмология»; включены в учебные планы циклов повышения квалификации врачей-офтальмологов кафедры офтальмологии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава РФ, и в программу учебного процесса кафедры офтальмологии ГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ.

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 аутофлюоресценции), 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 нейроэпителия 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 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 ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ажипа Я.И Трофическая функция нервной системы. // М.: Наука 1990 – 671с.
2. Азнабаев Б.М., Мухамадеев Т.Р., Дибаяев Т.И. Оптическая когерентная томография + ангиография глаза // М.: Август Борг, 2015. – 248 с.: ил.
3. Алексеева И.Б., Луговкина К.В., Павлова В.В., Хральцова М.А. Оптическая когерентная томография и ультразвуковая биомикроскопия в диагностике переднего отдела глаза при постконтузионной гипотонии // Рефракционная хирургия и офтальмология. -2010. -Т. 10, № 4. -С. 30-33.
4. Алексеева И.Б., Ченцова Е.В., Бабира В.В. О диагностике и лечении постконтузионного гипотонического синдрома // Рефракционная хирургия и офтальмология. -2009. -Т. 9, № 1. -С. 16-20.
5. Алябьева Ж.Ю. Новые горизонты сканирующей лазерной офтальмоскопии // РМЖ «Клиническая Офтальмология». 2005. №1. С. 4
6. Анджелова Д.А. Компьютерный анализ акустических сканограмм глаза в выборе тактики лечения гемофтальмов различного генеза: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. / Анджелова Д.А. М., 1997. – 29 с.
7. Анисимов А.А., Бойко Э.В., Чурашов С.В., и др. Конфокальная лазерная сканирующая офтальмоскопия как дополнительный метод диагностики регматогенной отслойки сетчатки // Актуальные проблемы офтальмологии: VIII Всерос. науч. конф. молодых ученых: Сб. науч. работ / Под ред. Б.Э. Малюгина.– М.: Изд-во «Офтальмология», 2013. – 300 с.
8. Астахов Ю. С., Лисочкина А. Б., Нечипоренко П. А. Исследование аутофлюоресценции глазного дна с помощью конфокального сканирующего лазерного офтальмоскопа // Офтальмол. ведомости. -2008. -Т. 1, № 3. -С. 40-45.
9. Балтин М.М. Рентгенодиагностика и рентгенотерапия в офтальмологии // М.: Медгиз, 1958. – С. 74–125
10. Барбель И.Э. Огнестрельные повреждения глазницы // Опыт советской медицины в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг. – М.:Медгиз, 1951. – Т.7. – С. 216–223

11. Бенделик, Е. К. Контузии глаза: клинико-биохимические исследования, аспекты патогенеза : дис. ... д-ра мед. наук // Е. К.: Бенделик – М., 1998.
12. Бойко Э.В., Журавлева Л.В., Сосновский С.В. Возрастная макулярная дегенерация (факторы риска, классификация, диагностика, профилактика, лечение) // Методические рекомендации. – М., 2010. – 72 с.
13. Бойко Э.В., Чурашов С.В., Ян А.В., Анисимов А.А. Новые возможности оценки витреоретинальных взаимоотношений в диагностике регматогенной отслойки сетчатки: конфокальная лазерная сканирующая офтальмоскопия и оптическая когерентная томография // Офтальмология Восточная Европа – 2014. №4 (23) – С. 105-114
14. Большунов А.В., Каталевская Е.А., Казарян Э.Э., Галоян Н.С. Применение адаптивной оптики и оптической когерентной томографии в диагностике сквозных макулярных разрывов // Клиническая офтальмология. — Том 9. №3. - 2008. - с.94-97.
15. Борискина Л.Н., Хзарджан Ю.Ю., Гуро М.Ю. Дифференциальная диагностика застойного и псевдозастойного диска зрительного нерва методом фоторегистрации на цифровом сканирующем офтальмоскопе Nidek F-10 // Практическая медицина - 2012. №4-2 -С. 84-87
16. Борисова С.А. Ультразвуковая доплерография в офтальмологии // Вестник офтальмологии – 1997. – Т.113, №6 – С. 43-45
17. Бровкина А. Ф., Щуко Г. А. О дифференциальной диагностике некоторых видов оптической нейропатии // Клиническая офтальмология. 2008. № 1.С. 30-33.
18. Вайнштейн Е.С. Основы рентгенодиагностики в офтальмологии. – М.: Медгиз, 1967. – С. 91–203
19. Вериге Е.Н., Герчиков А.Н., Фридман Ф.Е. Значение эхографической диагностики заднего увеита в реабилитации больных с посттравматической субатрофией глаза // Вестн. офтальмол. – 1987. – Т103, №1.– С.228-229
20. Вишневский Н.А. Глаз. Боевые повреждения // БМЭ.– 1958.– Т.7.– С.459-464.

21. Волков В.В. и др. Закрытая травма глаза (понятие, распространенность, эпидемиология, этиопатогенез, госпитализация, диагностика, классификация) // Офтальмохирургия. 2005. - № 1. - С. 13-17.
22. Волков В.В., Шиляев В.Г. Повреждения органа зрения // Общая и военная офтальмология. — Л., 1980. — С. 272 — 335.
23. Вольский В. В. Компьютерная томография в диагностике, планировании и оценке эффективности лечения заболеваний органа зрения: Автореф. дис. .канд. мед. наук. 14.00.08 // Вольский В.В. М., 1998. - 28 с.
24. Геликонов В.М., Геликонов Г.В., История развития и принципы оптической когерентной томографии // Под. ред. Н.Д. Гладковой, Н.М. Шаховой, А.М. Сергеева. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – С. 15–24.
25. Гладкова Н.Д., Шахов Б.Е., Петрова Г.А., Сергеев А.М., Шахова Н.М. Оптическая когерентная томография. Десять лет развития в России: от эксперимента к клинической практике // Нижегородский медицинский журнал. – 2005. – №1 – С. 41–55.
26. Григорьева Е.Г., Тарасова Л.Н., Абаймов М.А. Триплексное сканирование орбитальных сосудов у больных глаукомой нормального давления // Вестник офтальмологии – 2002 – № 4. -С. 6-7.
27. Гундорова Р.А., Алексеева И.Б., Луговкина К.В., Хральцова М.А. Объективная оценка иридоцилиарного комплекса у пациентов с подозрением на наличие постконтузионного циклодиализа // Практическая медицина. 2012. № 4-2 (59). С. 183-186.
28. Гундорова Р.А., Бровкина А.Ф., Багатурия Т.Г. и др. Диагностическое значение компьютерной томографии при посттравматической хирургии осложненных ранений глаз // Вестн. офтальмол.– 1986.– Т.102, №6. – С.45–47.
29. Гундорова Р.А., Нероев В.В., Кашников В.В. Травмы глаза. // М.: ГЕОТАР-Медиа, 2014. – С. 560.
30. Гундорова Р.А., Степанова А.В., Курбанова Н.Ф. Современная офтальмотравматология // М.: ОАО «издательство Медицина», 2007 – С.150.

31. Гундорова Р.А., Малаев А.А., Южаков А.М. Травмы глаза. — М.: Медицина, 1986. — 367с.
32. Гуро М.Ю., Потапова В.Н., Хзарджан Ю.Ю., Шарифова О.Ш. Значение регистрации аутофлюоресценции глазного дна и сканирующей лазерной офтальмоскопии в диагностике и лечении центральной серозной хориоретинопатии // Вестник оренбургского государственного университета -2012. №12 –С. 41-43
33. Еолчийн С.А. Черепно-мозговая травма, сопровождающаяся повреждением зрительного нерва. Дис. ...канд. мед. наук. : 14.00.08 // Котелин Игорь Владиславович. – М., 1996. 260 с.
34. Еричев В.П., Петров С.Ю., Козлова И.В. и др. Современные методы функциональной диагностики и мониторинга глаукомы. Часть 2. Диагностика структурных повреждений сетчатки и зрительного нерва // Национальный журнал глаукома 2015, Т. 14, № 3, стр. 72-79
35. Зайцев Н.А., Воронцова Т.Н. Флюоресцентная ангиография в диагностике постконтузионного кистозного отека макулы у детей // Клинико-инструментальные и физические методы диагностики и лечения посттравматических изменений органа зрения – М., 1998. – С. 27.
36. Зеленцов С.Н. Изучение патофизиологических механизмов нарушения гидродинамики глаза при его контузионной травме // Материалы I Евро-Азиатской конференции по офтальмохирургии. Екатеринбург, 2001. – С.203.
37. Зеленцов С.Н. Постконтузионная невропатия зрительного нерва // Материалы межобластной научно-практической конференции офтальмологов. – Вологда, 2001. – С.55-57
38. Игнатьев С.А., Слободин К.Э., Максимов И.Б., Зазуля Т.А. Возможности комплексного ультразвукового исследования в диагностике эндофтальмита // Клинико-инструментальные и физические методы диагностики и лечения посттравматических изменений органа зрения: Науч. тр. Ин-та им. Гельмгольца.— М., 1998.— С.28
39. Кански Дж.Дж. Клиническая офтальмология. Систематизированный подход. // М.: Логосфера, 2009. – 944 с.

40. Кански Дж.Дж., Милевски С.А., Дамато Б.Э., Тэннер В. Заболевания глазного дна. // М.: МЕДпресс-информ, 2009. – 424 с.
41. Капелюшникова Н.И. Структура и характер травмы глазного яблока (по материалам ФГУ «МНИИ ГБ им. Гельмгольца Росздрава» с 2001 по 2006 г.) // Федоровские чтения – 2007. Юбилейная науч. конф. молодых ученых: Сб. науч. статей / Под ред. Х.П. Тахчиди. – М., 2007. – С. 390.
42. Карташева Е.А., Буромская Л.М., Косицкая Н.Г. Гемоциркуляция в бассейне глазничной артерии у больных афакией, исследованная методом ультразвуковой доплерографии // Офтальмологический журнал – 1985 – №5 -С. 275-277
43. Каталевская Е.А. Изучение диагностических возможностей адаптивной мультиспектральной фундус-камеры в визуализации структур глазного дна : автореферат дис. ... кандидата медицинских наук : 14.00.08 // Каталевская Евгения Алексеевна; [Место защиты: Науч.-исслед. ин-т глаз. болезней]. - Москва, 2009. - 24 с.
44. Кацнельсон, Л. А. Клинический атлас патологии глазного дна // Л. А. Кацнельсон, В. С. Лысенко, Т. И. Балишанская. - 4-е изд. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 120 с.
45. Кашников В.В. Контузионная травма глаза. // Новосибирск: Издательство «Ли Вест», 2007. – 192 с., 40 илл.
46. Кириллов Ю.А., Разумовский М.И. Экспертиза и инвалидность в офтальмологии // Современная офтальмология. — СПб., 2000. — С. 570 — 600.
47. Кишковский А.Н., Тютин Л.А. Неотложная рентгендиагностика: Руководство для врачей. // М.: Медицина, 1989. – С. 125–156
48. Коскас Г., Коскас Ф., Зурдан А. Комплексная диагностика патологии глазного дна // пер. с фр. под общ. ред. В.В. Нероева, М.В. Рябиной – М.: Практическая медицина, 2007. – 496 с.: ил.
49. Кочергин С. А. Судебно-медицинские критерии оценки тяжести вреда здоровью при повреждениях органа зрения: дис. д-ра мед. наук. 14.00.08 // Кочергин С. А.– М., 2001. - 197 с.

50. Красновидов М.М., Михайлов А.И., Сухопара Н.А. Современные методы диагностики и лечения огнестрельных ранений глазного яблока // Воен.-мед. журн.-1976. – №8. – С. 67-68.
51. Кружкова Г.В., Фридман Ф.Е., Шульпина Н.Б., Габриэлян К.Э. Допплерография при передней ишемической офтальмонейропатии // Вестн. офтальмол. – 1987. – №2. –С. 38-40
52. Кузнецов С.В. Компьютерная томография головы: глаз и глазница // Компьютерная томография.– СПб., 1994.– С.61–65
53. Курбанова Н.Ф. Клинические особенности больных с травмой глаза в условиях специализированного отделения // Вестн. офтальмол. – 2003. – Т. 119, №3. – С. 41-43.
54. Либман Е.С., Шахова Е.В. Слепота и инвалидность вследствие патологии органа зрения в России // Вестник офтальмологии. — №1. — 2006. — С.35-37.
55. Лумбросо Б., Рисполи М. Оптическая когерентная томография: практическое руководство // пер. с англ. К.С.Турко. – М.: БИНОМ, 2014 – 208 с.
56. Мармур, Р.К., Якименко С.А. Комплексная ультразвуковая диагностика травматических повреждений глаз // Офтальмологический журнал.-1985. №5.- С. 258-260.
57. Мачехин В.П., Снисаревский Д.А. 15-летний опыт применения УЗ диагностики в офтальмологии // Офтальмологический журн.- 1985,- №5 с.269-271
58. Меник Л.Ф., Михайлова Г.Д., Гаджиева С.А. Состояние гемодинамики глаза при различных стадиях катаракты – данные ультразвукового дуплексного сканирования // Офтальмохирургия.– 1994. – №3. – С. 28-33
59. Моисеенко Б.В. Исследование точности рентгенолокализации внутриглазных инородных тел // Воен.-мед. журн.– 1992.–№9.– С. 64-65
60. Мошетьова Л. К. Механически травмы глаза (клинико-морфологическое исследование): Автореф. дис. д-ра. мед. наук. 14.00.08 // Мошетьова Л. К.. Рос. АМН. НИИ глаз. болезней. – М., 1993. - 48 с.
61. Мошетьова Л.К., Бенделик Е.К., Алексеев И.Б. и др. Контузии глаза, клиническая характеристика и исходы // Вестн. Офтальмол. – 1999 - №3 – С.10- 11.

62. Мошетова Л.К., Кочергин С.А., Кутровская Н.Ю., Левченко О.В., Шалумов А.З., Хамидова Л.Т. Офтальмологическая диагностика и лечение краниоорбитальных повреждений в остром периоде черепно-мозговой травмы // РМЖ. Клиническая офтальмология. 2009. № 3. С. 89-93.
63. Мошетова Л.К., Овчарова Н.Г., Борисенко И.Ф. и др. Клинико-морфологическая характеристика криминальной травмы в условиях крупного города по данным офтальмотравматологического центра // Клиника и лечение повреждений глаз при экстремальных и криминальных ситуациях – МНИИ ГБ им.Гельмгольца – 1993 – С.23-24
64. Оглезнев К.Я., Котелин И.В. Магнитно-резонансная томография в диагностике травматических повреждений зрительного нерва у пациентов с контузией глазного яблока, орбиты и черепно-мозговой травмой // Всероссийский съезд офтальмологов. 6-й: Тезисы докладов. – М., 2000. – Ч. 2. – С. 92-93.
65. Офтальмология: национальное руководство. // под ред. С.Э. Аветисова, Е.А. Егорова, Л.К. Мошетовой, В.В. Нероева, Х.П. Тахчиди - М. 2008. – 944с.
66. Паштаев Н.П. Классификация дислокаций хрусталика, современная тактика лечения // Актуальные проблемы хирургии хрусталика, стекловидного тела и сетчатки. -М., 1986. -С. 34-37.
67. Поляк Б. Л. Повреждения органа зрения. // Л.: Медицина, 1972. — 415 с.
68. Поляк Б.Л. Внутриглазные инородные тела и их извлечение // Опыт советской медицины в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг. – М.:Медгиз, 1951. – Т.7. – С. 116–144
69. Поляк Б.Л. Военно-полевая офтальмология // Б.Л. Поляк. Л.: Медгиз, 1957.- 388 с.
70. Пучковская Н.А., Волков В.В., Гундорова Р.А. и др. Профилактика, диагностика и лечение повреждений глаз и предупреждение их тяжелых исходов // VI Всесоюзный съезд офтальмологов: Тез. докл. М., 1985. - Т. 4. - С. 3—11.
71. Симонова К.К. Флюоресцентная ангиоскопия и ангиография глазного дна: Дис. . канд. мед. наук. : 14.00.08 // Симонова К.К. – М., 1973.

72. Слободин К.Э. Лучевая диагностика повреждений глаз: Руководство для врачей. // Спб.: Издательский дом СПбМАПО, 2007. – 144 с.
73. Слободин К.Э., Глухова С.И. Критерии оценки глаза с помощью ультразвукового исследования в норме // Совершенные возможности лучевой диагностики заболеваний и повреждений у военнослужащих: Мат. науч. конф. 15-16 апреля 1999 г., посвящ. 70-летию основанию кафедры рентгенол. и радиол. ВМедА. – СПб., 1999. – С. 132-133
74. Современная офтальмология: Руководство. 2-е изд. // Под ред. В.Ф. Даниличева. СПб.: Питер, 2009. – 688 с.: ил.
75. Сомов Е.Е., А.Ю. Кутуков Тупые травмы органа зрения // М.: МЕДпресс-информ, 2009. – 104 с.: ил.
76. Степанов А. В., Зеленцов С. Н. Контузия глаза // СПб. : Изд-во Левша. Санкт-Петербург, 2005. - 101 с.
77. Степанянц А.Б. Эффективность магнитно-резонансной томографии в диагностике субконъюнктивального разрыва склеры // Вестн. офтальмол. – 2006. – Т. 122, №4. – С. 43-43
78. Травма глаза: пер. с англ. // Дж. Т. Банта. – М.: Мед. Лит., 2013. – 256 стр.: ил.
79. Травматология глазного яблока / Ф. Кун; пер. с англ.; под ред. В.В. Волкова. – М.: Логосфера, 2011 – 576 с.
80. Фридман Ф.Е., Коган М.А. УЗД в офтальмологии: принципы, методы, аппаратура // Применение ультразвука в офтальмологии: Сб. науч. тр.– М., 1978.– Вып. 23.– С. 4-14.
81. Харлап С.И., Шершнев В.В. Цветовое доплеровское картирование центральной артерии сетчатки, центральной вены сетчатки и орбитальных артерий // Визуализация в клинике.– 1992.– Вып. 1, №1. – С.19-22
82. Ченцова Е.В., Алексеева И.Б. Закрытая травма глаза: клиника, диагностика, лечение. // Федеральные клинические рекомендации – 2015г.
83. Черемисин В. М., Ищенко Б. И. Общие принципы неотложного лучевого обследования пострадавших с сочетанной механической травмой // Материалы

НПК Актуальные вопросы лучевой диагностики заболеваний и повреждений у военнослужащих, С-Пб, 2001, с 131-133

84. Черемисин В.М., Труфанов Г.Е., Ратников В.А. и др. Методика магнитно-резонансной томографии орбит // Актуальные вопросы лучевой диагностики заболеваний и повреждений у военнослужащих / Под ред. В.М. Черемисина.– М., 2001.– С. 139–141.

85. Abraham D, Vitale S, West S, Isseme I. Epidemiology of eye injuries in rural Tanzania. // Ophthalmic Epidemiol 1999;2: 85-94.

86. American Academy of Ophthalmology, The Eye M.D. Association: Posterior Segment Manifestations of Trauma; in Basic and Clinical Science Course, section 12: Retina and Vitreous. // Leo, 2013– 2014.

87. Aralikatti A.K., Haridas A.S., Smith J.M. Delayed Nd:YAG laser membranotomy for traumatic premacular hemorrhage. // Arch Ophthalmol. 2006 Oct;124(10):1503. DOI: 10.1001/archophth.124.10.1503

88. Atmaca L.S., Yilmaz M. Changes in the fundus caused by blunt ocular trauma. // Ann Ophthalmol. 1993 Dec;25(12):447-52.

89. Bellmann C., Rubin G.S., Kabanarou S.A., et al. Fundus autofluorescence imaging compared with different confocal ophthalmoscopes // Br J Ophthalmol. – 2003. – 87:1381 – 6.

90. Blanch R.J., Good P.A., Shah P. et al.: Visual Outcomes after blunt ocular trauma. // Ophthalmology 2013;120:1588–1591.

91. Cardillo J.A., Stout J.T., LaBree L., Azen S.P., Omphroy L., Cui J.Z., Kimura H., Hinton D.R., Ryan S.J. Post-traumatic proliferative vitreoretinopathy. The epidemiologic profile, onset, risk factors, and visual outcome. // Ophthalmology. 1997 Jul;104(7):1166-73.

92. Carlo T.E., Romano A., Waheed N.K., Duker J.S. A review of optical coherence tomography angiography (OCTA). // Int J Retina Vitreous. 2015 Apr 15;1:5 doi: 10.1186/s40942-015-0005-8

93. Carpineto P., Ciancaglini M., Aharrh-Gnama A., Agnifili L., Cerulli A.M., Cirone D., Mastropasqua L.. Optical coherence tomography and fundus microperimetry imaging

- of spontaneous closure of traumatic macular hole: a case report. // *Eur J Ophthalmol*. 2005 Jan-Feb;15(1):165-9.
94. Casper D.S., Chi L.T., Trokel S.L. *Orbital Disease: Imaging and Analysis* / Thieme Medical Publishers, 1993
 95. Choi W., Mohler K.J., Potsaid B., Lu C.D., Liu J.J., Jayaraman V., et al. Choriocapillaris and Choroidal Microvasculature Imaging with Ultrahigh Speed OCT Angiography // *Plos One*. 2013;8:e81499. doi: 10.1371/journal.pone.0081499.
 96. Dandona L, Dandona R, Srinivas M, et al. Ocular trauma in an urban population in southern India: the Andhra Pradesh Eye Disease Study. // *Clin Exp Ophthalmol* 2000;28: 350-356.
 97. Dannenberg AL, Parver LM, Brechner RJ, Khoo L. Penetration eye injuries in the workplace, the national eye trauma system registry. // *Arch Ophthalmol* 1992;110: 843-848.
 98. Diniz B., Ribeiro R.M., Rodger D.C., Maia M., Sadda S. Drusen detection by confocal aperture-modulated infrared scanning laser ophthalmoscopy. // *Br J Ophthalmol*. 2013;97(3):285–290.
 99. Do D.V., Gower E.W., Cassard S.D., Boyer D., Bressler N.M., Bressler S.B., et al. Detection of new-onset choroidal neovascularization using optical coherence tomography: the AMD DOC Study. // *Ophthalmology* 2012;119:771–8.
 100. Dubovy S.R., Guyton D.L., Green W.R. Clinicopathologic correlation of chorioretinitis sclopetaria. // *Retina*. 1997;17(6):510-20.
 101. Durukan A.H., Kerimoglu H., Erdurman C., Demirel A., Karagul S. Long-term results of Nd:YAG laser treatment for premacular subhyaloid haemorrhage owing to Valsalva retinopathy. // *Eye (Lond)*. 2008 Feb;22(2):214-8. Epub 2006 Sep 1. DOI: 10.1038/sj.eye.6702574
 102. Faulborn J. Behandlung einer diabetischen pramakularen Blutung mit dem Q-switched Neodym:YAG laser. // *Spektrum Augenheilkd* 1988;2:33-5.
 103. Fortune B. In vivo imaging methods to assess glaucomatous optic neuropathy. // *Exp Eye Res*. 2015; 141: 139–153.

104. Fujimoto J.G., Schuman J.S., Huang D., Duker J.S., Puliafito C.A., Swanson E. Introduction to optical coherence tomography. In: optical coherence tomography of ocular diseases // Schuman J.S., Puliafito C.A., Fujimoto J.G., Duker J.S., eds. – 3rd ed. – NJ: SLACK Incorporated, 2013. – P.3–26.
105. Glatt H, Machemer R (1982) Experimental subretinal hemorrhage in rabbits. // *Am J Ophthalmol* 94: 762-773
106. Graefe A. Zwei von ratur der choroida. // *Graefes Arc Clin Exp Ophtalmol* 1854;1:402
107. Hesse L., Bodanowitz S., Kroll P. Retinal necrosis after blunt bulbus trauma // *Klin Monbl Augenheilkd.* 1996 Aug-Sep;209(2-3):150-2. [in German].
108. Katz J, Tielsch JM. Lifetime prevalence of ocular injuries from the Baltimore Eye Survey. // *Arch Ophthalmol* 1993;111: 1564-1568.
109. Kim DY, Fingler J, Zawadzki RJ, Park SS, Morse LS, Schwartz DM, et al. Optical Imaging of the chorioretinal vasculature in the living human eye. // *Proc Natl Acad Sci.* 2013;110:14354–14359.
110. Kinyoun J, Barton F, Fisher M, Hubbard L, Aiello L, Ferris F. Detection of diabetic macular edema. Ophthalmoscopy versus photography–Early Treatment // *Diabetic Retinopathy Study Report Number 5. The ETDRS Research Group. Ophthalmology.* 1989;96 :746–750
111. Kline L.B., Morawetz R.B., Swaid S.N. Indirect injury of the optic nerve. // *Neurosurgery* 14: 756-64, 1984
112. Klopfer J, Tielsch JM, Vitale S, et al. Ocular trauma in the United States: eye injuries resulting in hospitalization, 1984 through 1987. // *Arch Ophthalmol.* 1992;110:838-842.
113. Kogure K., David N.J., Yamanouchi U., Choromokos E. Infrared absorption angiography of the fundus circulation // *Arch Ophtalmol* 1970; 83: 209-14
114. Kotsolis A.I., Killian F.A., Ladas I.D., Yannuzzi L.A. Fluorescein angiography and optical coherence tomography concordance for choroidal neovascularization in multifocal choroiditis. // *Br J Ophthalmol.* 2010;94:1506–1508.

115. Kuhn F, Morris R, Witherspoon CD. Birmingham Eye Trauma Terminology (BETT): terminology and classification of mechanical eye injuries. // *Ophthalmol Clin North Am* 2002;15(2):139-143.
116. Kuhn F., Morris R., Mester V., Witherspoon C.D. Internal limiting membrane removal for traumatic macular holes. // *Ophthalmic Surg Lasers*. 2001 Jul-Aug;32(4):308-15.
117. Kwong J.S., Munk P.L., Lin D.T., Vellet A.D., Levin M., Buckley A.R. Real-time sonography in ocular trauma. // *American Journal of Roentgenology*. 1992;158: 179-182. 10.2214/ajr.158.1.1727342
118. Lehto K.S., Sulander P.O., Tervo T.M. Do motor vehicle airbags increase risk of ocular injuries in adults? // *Ophthalmology* 2003;110: 1082-1088.
119. Maberley A.L., Carvounis E.P. The visual field in indirect traumatic rupture of the choroid. // *Can J Ophthalmol*. 1977 Apr;12(2):147-52.
120. Marmor M.F., Ravin J.G., Fluorescein Angiography Insight and Serendipity a Half Century Ago // *Arch Ophthalmol*. 2011;129(7):943-948. doi:10.1001/archophthalmol.2011.160.
121. Matsuo T. Photoreceptor outer segments in aqueous humour: key to understanding a new syndrome. // *Surv Ophthalmol*. 1994;39: 211–33.
122. May D.R., Kuhn F.P., Morris R.E. et al. The epidemiology of serious eye injuries from the United States Eye Injury Registry. // *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol* 2000;238: 153-157.
123. McCarty C.A., Fu C.L.H., Taylor H.R. Epidemiology of ocular trauma in Australia. // *Ophthalmology* 1999;106: 1847-1852.
124. Moreira C.A., Debert-Ribeiro M., Belfort R. Epidemiological study of eye injuries in Brazilian children. // *Arch Ophthalmol* 1988;106: 781-784.
125. Morris R., Kuhn F., Witherspoon C.D. Hemorrhagic macular cysts. // *Ophthalmology*. 1994 Jan;101(1):1.
126. Nakakura S., Okamoto A., Nagasato D., Tabuchi H., Kiuchi Y. Hypotony maculopathy obtained by retro-mode retinal imaging // (2015) *Ophthalmology*, 122 (1) , pp. 216-217.

127. Négrel A.D., Thylefors B. The global impact of eye injuries. *Ophthalmic // Epidemiol* 1998;5: 143-169.
128. Pieramici D.J., Sternberg P. Jr., Aaberg T.M. Sr. et al. A system for classifying mechanical injuries of the eye (globe). // *Am J Ophthalmol* 1997;123: 820-831.
129. Roberts F., Thum C. K. *Lee's Ophthalmic Histopathology* // Springer-Verlag London 2014 doi: 10.1007/978-1-4471-2476-4
130. Rudolph G., Kalpadakis P., Bechmann M., Haritoglou C., Kampik A. Scanning laser ophthalmoscope–evoked multifocal ERG (SLO–mfERG) in patients with macular holes and normal individuals.// *Eye*. – 2003. – Vol. 17 (7) – p. 801–808.
131. Saleh M., Letsch J., Bourcier T., Munsch C., Speeg-Schatz C., Gaucher D. Long-term outcomes of acute traumatic maculopathy. // *Retina* 2011;31(10):2037–2043.
132. Sarkies N. Traumatic optic neuropathy // *Eye*. 2004. V. 18. P. 1122–1125
133. Saxena S., Meyer C.H., Helb H.M. et al. Spectral-Domain Optical Coherence Tomography in Central Serous Chorioretinopathy // *Medical Retina: Focus on Retinal Imaging*. – Springer, 2010. – P.191–200.
134. Schwartz D.M., Fingler J., Kim D.Y., Zawadzki R.J., Morse L.S., Park S.S., Fraser S.E., Werner J.S. Phase-variance optical coherence tomography: a technique for noninvasive angiography // *Ophthalmology*. 2014 Jan;121(1):180-7. doi: 10.1016/j.ophtha.2013.09.002.
135. Secrétan M., Sickenberg M., Zografos L., Piguet B. Morphometric characteristics of traumatic choroidal ruptures associated with neovascularization. // *Retina*. 1998;18(1):62-6
136. Shah H.R., Mavrofrides E.C., Rogers A.H. et al. Vitreoretinal interface disorders // *Optical Coherence Tomography of Ocular Diseases*. Thurd Edition. – Slack, 2013. – P. 69–110.
137. Sharp P.F., Manivannan A., Vieira P., Hipwell J.H. Laser imaging of the retina // *Br. J. Ophthalmol*. 1999;83:1241–1245
138. Shin J.Y., Choi H.J., Lee J., et al. Fundus autofluorescence findings in central serous chorioretinopathy using two different confocal scanning laser ophthalmoscopes:

- correlation with functional and structural status. // *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2016;254:1537–44. doi: 10.1007/s00417-015-3244-3
139. Spaide R.F., Klancnik J.M. Jr., Cooney M.J. Retinal vascular layers imaged by fluorescein angiography and optical coherence tomography angiography // *JAMA Ophthalmol.* 2015 Jan;133(1):45-50. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2014.3616.
140. Steinsapir K., Goldberg R. Traumatic Optic Neuropathy: A Critical Update // *Compr Ophthalmol Update.* 2005;6(1):11-21.
141. Suzuma K., Tsuiki E., Matsumoto M., et al. Retro-mode imaging of fibrovascular membrane in proliferative diabetic retinopathy after intravitreal bevacizumab injection. // *Clin Ophthalmol.* 2011;5:897–900.
142. Tanaka Y., Shimada N., Ohno-Matsui K., Hayashi W W., Hayashi K., Moriyama M. Retromode retinal imaging of macular retinoschisis in highly myopic eyes. // *Am J hthalmol.*2010;149(4):635–640. e1.
143. Tielsch J.M., Parver L., Shankar B. Time trends in the incidence of hospitalized ocular trauma. // *Arch Ophthalmol* 1989;107: 519-523.
144. Voon L.W., See J., Wong T.Y. The epidemiology of ocular trauma in Singapore: perspective from the emergency service of a large tertiary hospital. // *Eye* 2001;15: 75-81.
145. Vujosevic S., Pucci P., Daniele A. R., et al. Extent of diabetic macular edema by scanning laser ophthalmoscope in the retromode and its functional correlations. // *Retina.* 2014;34(12):2416–2422
146. Vujosevic S., Trento B., Bottega E., Urban F., Pilotto E., Midenia E. Scanning laser ophthalmoscopy in the retromode in diabetic macular oedema. // *Acta Ophthalmol.* 2012;90(5) e374-80.
147. Webb R.H., Hughes G.W., Pomerantzeff O. Flying spot TV ophthalmoscope. // *Appl Opt.* 1980 Sep 1;19(17):2991-7.
148. Weidenthal D.T., Schepens C.L. Peripheral fundus changes associated with ocular contusion. // *Am J Ophthalmol.* 1966 Sep;62(3):465-77.
149. Won June Lee, MD, Byung Ro Lee, MD, PhD, and Yong Un Shin, MD Retromode imaging: Review and perspectives // *Saudi J Ophthalmol.* 2014 Apr; 28(2): 88–94. doi:10.1016/j.sjopt.2014.02.003.

150. Wong T.Y., Tielsch J.M. A population-based study on the incidence of severe ocular trauma in Singapore. // *Am J Ophthalmol* 1999;128: 345-351.
151. Wong T.Y., Klein B.E.K., Klein R. The prevalence and 5-year incidence of ocular trauma, the Beaver Dam Eye Study. // *Ophthalmology* 2000;107: 2196-2202.
152. Wood C.M., Richardson J. Indirect choroidal ruptures: aetiological factors, patterns of ocular damage, and final visual outcome. // *Br J Ophthalmol.* 1990 Apr;74(4):208-11.
153. Yamamoto M., Mizukami S., Tsujikawa A., Miyoshi N., Yoshimura N. Visualization of cystoid macular oedema using a scanning laser ophthalmoscope in the retro-mode. // *Clin Exp Ophthalmol.* 2010;38(1):27–36.
154. Yang C.S., Sung C.S., Lee F.L., Et al. Management of anaphylactic shock during intravenous fluorescein angiography at an outpatient clinic. // *J. Chin Med. Assoc.* - 2007 Vol. 70, N8. - P. 348-349.
155. Yu T.S.I, Liu H., Hui K. A case-control study of eye injuries in the workplace in Hong Kong. // *Ophthalmology* 2004;111: 70-74.
156. Zayit-Soudry S., Alfasi M., Goldstein M. et al. Wet-amd treatment: a review in the anti-vegf drugs // *Retina.* – 2007 – Vol.27, N6 – P. 798-803 doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72802012000100013>