

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВИДОВ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ И
МЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ФЕДЕРАЛЬНОГО МЕДИКО-
БИОЛОГИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА РОССИИ»**

На правах рукописи

Кучкильдина Сирина Хакимжановна

**РАЗРАБОТКА ПОКАЗАНИЙ, КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА
БЕЗОПАСНОСТИ И КЛИНИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАННЕГО
ЛАЗЕРНОГО ВИТРЕОЛИЗИСА СИМПТОМАТИЧЕСКОГО КОЛЬЦА
ВЕЙСА**

3.1.5. Офтальмология

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель
доктор медицинских наук
Шаимова Венера Айратовна

Москва – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ, ЛЕЧЕНИЯ СИМПТОМАТИЧЕСКИХ ПЛАВАЮЩИХ ПОМУТНЕНИЙ СТЕКЛОВИДНОГО ТЕЛА (обзор литературы)	11
1.1. Возрастные изменения стекловидного тела.....	11
1.2. Классификация плавающих помутнений стекловидного тела.....	18
1.3. Диагностика задней отслойки стекловидного тела и методы визуализации плавающих помутнений	19
1.4. Методы оценки качества жизни пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела	24
1.5. Методы лечения симптоматических плавающих помутнений стекловидного тела	27
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	39
2.1. Дизайн исследования	39
2.2. Общая характеристика пациентов.....	41
2.3. Офтальмологические методы исследования	48
2.4. Методы лазерного лечения кольца Вейса	50
2.5. Методы статистической обработки результатов исследования	52
ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ОБЪЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ, ЭФФЕКТИВНОСТИ, ПОКАЗАНИЙ К РАННЕМУ ЛАЗЕРНОМУ ВИТРЕОЛИЗИСУ КОЛЬЦА ВЕЙСА.....	54
3.1. Разработка методики верификации остаточных витреоретинальных контактов для безопасного проведения раннего лазерного витреолизиса кольца Вейса.....	54
3.2. Разработка метода количественной оценки интенсивности плавающего помутнения для определения показаний к лазерному витреолизису.....	55
3.3. Разработка метода оценки эффективности лечения на основе определения коэффициента остаточной тени помутнения на сетчатке после витреолизиса	57
3.4. Методика определения показаний к раннему лазерному витреолизису при симптоматических плавающих помутнениях в виде кольца Вейса	59

3.5. Разработка автоматической программы расчета показаний к раннему витреолизису кольца Вейса	60
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	70
4.1. Оценка безопасности раннего витреолизиса в сравнительном аспекте с группой отсроченного лазерного витреолизиса и контроля.....	71
4.2. Результаты исследования клинической эффективности раннего ЛВ в сравнительном аспекте с отсроченным ЛВ и с группой контроля	87
4.3. Оценка корреляционной связи между функциональными, морфометрическими показателями и качеством жизни	101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	110
ВЫВОДЫ.....	117
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	119
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	120
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	122

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность и степень разработанности темы

Симптоматические плавающие помутнения (СПП) стекловидного тела по типу кольца Вейса могут значительно снижать качество жизни, трудоспособность и являться психологически изнурительными для пациентов [10, 97, 101, 193, 224]. По данным ряда авторов, с течением времени адаптации к плавающим помутнениям не происходит, это обуславливает необходимость перехода к активной тактике ведения таких пациентов [222]. Для пациентов трудоспособного возраста с СПП, особенно имеющих высокие требования к остроте зрения, «ожидание» и «наблюдение» может оказаться трудным или даже неприемлемым вариантом [63].

Существуют два основных вида хирургического лечения: задняя витрэктомия и лазерный витреолизис (ЛВ). Задняя витрэктомия чаще выполняется при выраженных помутнениях стекловидного тела, обозначаемых не только термином «симптоматические» («SVO»), но и «миодезопсией, ухудшающей зрение» («vision-degrading myodesopsia») [115, 155, 174, 189], при этом удовлетворенность операцией составляет до 92–96 % [27, 72, 150, 232]. Однако высокий процент осложнений в виде ятрогенных разрывов, отслойки сетчатки, развития катаракты диктует поиск новых методов лечения [41, 59, 160].

Лазерный витреолизис является альтернативным методом, который может быть предложен для лечения симптоматических помутнений стекловидного тела в связи с наличием ряда преимуществ: неинвазивностью, низким процентом интра- и послеоперационных осложнений, а также экономической целесообразностью [98, 101, 198]. Авторы обосновывают безопасность лазерного витреолизиса с использованием лазера нового поколения Ultra Q Reflex, оснащенного лазерным источником с модуляцией добротности, излучением монохроматического и когерентного света с длиной волны 1064 нм с коаксиальным освещением и излучением коротких наносекундных импульсов.

По данным литературы, показанием для безопасного проведения лазерного витреолизиса плавающих помутнений стекловидного тела является наличие

полной задней отслойки стекловидного тела ЗОСТ [101, 130, 149, 160, 193]. Однако остается дискуссионным вопрос о длительности наблюдения, о сроках проведения лазерного витреолизиса плавающих помутнений связи с отсутствием объективных методов для определения периферических остаточных витреоретинальных контактов для диагностики стадии ЗОСТ. Так, одни авторы считают, что требуется наблюдение более 2-х месяцев [8, 17], другие – в течение 3-х и более месяцев [34, 55, 99, 137]; третьи – в течение 6–12 месяцев после появления СПП и отсутствии фотопсий [97, 130, 144, 200]. Представлена публикация, в которой средняя продолжительность наблюдения до операции составила 2,5 года [94].

Необходимость длительного периода наблюдения за состоянием пациентов авторы связывают с опасностью возникновения разрывов сетчатки не только во время острой ЗОСТ и в отдаленном периоде [130, 136], но даже при полной ЗОСТ [94, 97, 193]. Однако в ряде публикаций отмечено, что с клинической точки зрения при наличии полной ЗОСТ является непрактичным выжидание сроков более 3 месяцев, потому что многим пациентам требуется вмешательство на ранних стадиях появления симптомов [63, 101, 222]. В связи с этим Hangshuai Zh. et al. (2024) предложили термины: «ранний ИАГ-лазерный витреолизис» («early YAG laser vitreolysis») для проведения ЛВ в период до 3-х месяцев после полной ЗОСТ, «отсроченный» ЛВ («delayed YAG laser vitreolysis») – после 3 месяцев, но не опубликовали результаты исследований, а только презентовали начало научной работы [101].

По данным ряда авторов, в настоящее время вопрос о проведении лазерного витреолизиса до сих пор остается спорным из-за отсутствия доказательств безопасности лечения в виде частоты интра- и послеоперационных осложнений в динамике за длительный период наблюдения и в сравнительном аспекте с группой контроля естественного течения ЗОСТ без лазерного воздействия [17, 35, 44, 120, 160]; исследования клинической эффективности лазерного витреолизиса путем изучения комплекса объективных методов исследования, субъективных ощущений при самооценке пациентами [207]. В связи с этим является актуальным проведение комплексного исследования, научное

обоснование и разработка показаний для проведения раннего лазерного витреолизиса симптоматических помутнений по типу кольца Вейса при полной ЗОСТ, оценка безопасности и клинической эффективности в сравнительном аспекте с традиционным (отсроченным) витреолизисом и группой контроля для сравнения с естественным течением состояния оболочек глаза и витреоретинального интерфейса без оперативного лечения.

Цель работы

Разработка показаний, комплексная оценка безопасности и клинической эффективности раннего лазерного витреолизиса симптоматического кольца Вейса.

Основные задачи работы:

1. Изучить безопасность раннего лазерного витреолизиса кольца Вейса на основе анализа интра- и послеоперационных осложнений, состояния ВГД и морфометрических параметров толщины хрусталика и сетчатки по данным ретроспективных и проспективных исследований.
2. Разработать эффективный диагностический метод верификации остаточных витреоретинальных контактов для безопасного проведения раннего лазерного витреолизиса.
3. Научно обосновать, разработать показания к раннему лазерному витреолизису и создать автоматизированную программу ее расчета для практического применения.
4. Разработать объективные критерии оценки эффективности лазерного витреолизиса на основе определения соотношения остаточной и исходной площади тени помутнения на сетчатке.
5. Исследовать клиническую эффективность раннего лазерного витреолизиса кольца Вейса на основе комплексного исследования: МКОЗ; коэффициента остаточной тени помутнения; оценки «качества жизни», уровня жалоб на зрительный дискомфорт и удовлетворенности лечением по данным проспективных исследований.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Проведение раннего (до 3-х месяцев) лазерного витреолизиса симптоматического кольца Вейса обеспечивает (по сравнению с проведением отсроченного (более 3-х месяцев) витреолизиса и контрольной группой пациентов без проведения лечебных мероприятий) существенно более высокий уровень безопасности и клинической эффективности, что подтверждается минимальным уровнем интра- и послеоперационных осложнений, динамикой (в течение 12 месяцев наблюдения) частоты полного устранения помутнений, объективными (в том числе разработанными (коэффициент соотношения остаточной и исходной площади тени помутнения на сетчатке) показателями зрительной системы, а также субъективным статусом пациента по параметрам «качества жизни» и «удовлетворенности результатом».
2. Основными показаниями проведения раннего (до 3-х месяцев) лазерного витреолизиса симптоматического кольца Вейса являются: полная отслойка задней гиалоидной мембраны, наличие выраженных жалоб на зрительный дискомфорт, безопасное расстояние от сетчатки и задней капсулы хрусталика, наличие повышенной интенсивности помутнения, тени от помутнения в макулярной области, необходимость высокого профессионального зрения, отсутствие факторов риска снижения зрения в виде дегенеративных и воспалительных заболеваний сетчатки.

Научная новизна

Доказана безопасность раннего лазерного витреолизиса кольца Вейса в сравнительном аспекте с группой отсроченного ЛВ на основе сопоставимых результатов интраоперационных осложнений при ретроспективных исследованиях (0,22 %; 0,37 %, соответственно, $p = 1,0$) и их отсутствия при проспективных исследованиях; низкой частоты послеоперационных осложнений – 1,8 % против 5,7 % при отсроченном витреолизисе и аналогичных значениях естественного течения ЗОСТ в группе контроля – 5,7 % ($p = 0,52$), отсутствия тонометрических и морфометрических изменений толщины хрусталика и сетчатки.

Научно обоснованы показания к раннему лазерному витреолизису (Патент на изобретение RU 2843444 от 14.07.2025; Свидетельство о государственной регистрации ПрЭВМ №2024681369 от 18.07.2024); разработана и апробирована автоматизированная программа расчета «Калькулятор показаний к раннему лазерному витреолизису» для практического применения (Свидетельство о государственной регистрации ПрЭВМ №2025669182 от 23.07.2025).

Впервые разработан эффективный диагностический метод верификации остаточных витреоретинальных контактов на основе широкопольного ОКТ-сканирования периферии сетчатки для безопасного проведения раннего ЛВ (Патент на изобретение RU 2846868 от 17.09.2025).

Впервые разработан морфометрический метод количественной оценки эффективности лазерного витреолизиса: коэффициент соотношения остаточной и исходной площади тени помутнения на сетчатке, определяемого с помощью ОКТ-ангиографии в режиме HD Angio Retina и программного обеспечения Angio Analytics (Патент на изобретение RU 2846835 от 17.09.2025).

Впервые представлена эффективность раннего ЛВ до 12 месяцев наблюдения: полное устранение помутнения в 74,5 %, сопоставимое с группой отсроченного ЛВ – 63,5 % ($p > 0,05$); высокий функциональный результат - улучшение МКОЗ на 0,176 против 0,048 в контрольной группе ($p < 0,001$) и сопоставимый с отсроченным ЛВ – 0,123 ($p > 0,05$); субъективное улучшение качества жизни по всем категориям (общая оценка КЖ – 66,2 % против 8,24 % в контроле ($p < 0,001$) и сопоставимое с группой отсроченного ЛВ – 65,5 %, $p > 0,05$); высокая удовлетворенность результатом ЛВ – 72,7 % в виде «полного успеха», сопоставимая при отсроченном ЛВ – 59,6 % ($p > 0,05$); значимое снижение жалоб на зрительный дискомфорт на 79,9 % против 8,7 % ($p < 0,001$) в группе контроля, сопоставимое с группой отсроченного витреолизиса – 77,3 % ($p > 0,05$).

Теоретическая значимость работы заключается в обосновании основных механизмов положительного эффекта раннего лазерного витреолизиса при симптоматических плавающих помутнениях стекловидного тела.

Практическая значимость работы заключается в разработке показаний к раннему лазерному витреолизису и создании автоматической программы «Калькулятор показаний к раннему лазерному витреолизису при симптоматических плавающих помутнениях в виде кольца Вейса» (Свидетельство о государственной регистрации ПрЭВМ №2025669182 от 23.07.2025).

Методология и методы исследования

В работе использован комплексный подход к оценке безопасности и клинической эффективности раннего лазерного витреолизиса, основанный на применении современных объективных: клинических, функциональных, морфометрических и субъективных методов исследования зрительной системы.

Степень достоверности результатов

Степень достоверности полученных результатов определяется достаточным объемом ретроспективного (966 пациентов, 1187 глаз) и проспективного (107 пациентов, 107 глаз) анализа в рамках клинических серий исследований с применением современных методов статистической обработки данных.

Внедрение работы

Результаты диссертационной работы включены в материалы сертификационного цикла и цикла профессиональной переподготовки кафедры офтальмологии Академии постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА (г. Москва), в практическую деятельность клиники «ЦЕНТР ЗРЕНИЯ» (г. Челябинск), Оренбургского филиала ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова Минздрава России.

Апробация и публикация материалов исследования

Основные материалы диссертационной работы были доложены и обсуждались на 22-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные технологии витреоретинальной патологии» (г. Ярославль,

2025 г.), XXX Международном Офтальмологическом конгрессе «Белые ночи» – 20-м конгрессе Ассоциации врачей-офтальмологов (г. Санкт-Петербург, 2024 г.), XIII Съезде Общества Офтальмологов России совместно с конференцией молодых ученых «Фёдоровские чтения-2024» (г. Москва, 2024 г.), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Лазерная интраокулярная и рефракционная хирургия» (г. Санкт-Петербург, 2025 г.), XV Международной конференции по офтальмологии «Восток-Запад – 2025» (г. Уфа, 2025 г.).

По теме диссертации опубликовано 12 научных работ, из них 1 монография, 6 статей в журналах, рекомендуемых ВАК РФ, 4 патента на изобретение. Получено 2 Свидетельства о регистрации программы ЭВМ.

Структура диссертации

Диссертация изложена на 146 страницах машинописного текста, состоит из введения, основной части (главы «Обзор литературы», «Материал и методы исследования», «Разработка объективных методов оценки безопасности, эффективности, показаний к раннему лазерному витреолизису кольца Вейса», «Результаты исследований и их обсуждение»), заключения, выводов, списка сокращений, списка литературы. Диссертация иллюстрирована 25 таблицами и 34 рисунками. Список литературы содержит 233 источника, из которых 38 – отечественных авторов и 195 – иностранных.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ, ЛЕЧЕНИЯ СИМПТОМАТИЧЕСКИХ ПЛАВАЮЩИХ ПОМУТНЕНИЙ СТЕКЛОВИДНОГО ТЕЛА (обзор литературы)

1.1. Возрастные изменения стекловидного тела

Стекловидное тело (СТ) занимает примерно 80% всего объема глазного яблока [82]. С самого рождения СТ прозрачно [56], но в течение жизни в стекловидном теле (СТ) здорового человека протекает два основных возрастных процесса: разжижение (синхизис) и агрегация коллагеновых фибрилл в плотные пучки (синерезис) [32, 81, 111, 117, 220].

Данные процессы начинаются в более раннем возрасте, впервые синхизис был обнаружен в возрасте около 4 лет, жидкость в стекловидном теле составляет примерно одну пятую от общего объема стекловидного тела к концу подросткового периода, но в этот период нет клинических проявлений [53, 67, 122, 124]. К 30 годам у 15 % людей в стекловидном теле диагностируются разжиженные полости. По данным O'Malley P. у 25 % людей в возрасте от 40 до 49 лет более 50 % объема стекловидного тела претерпевает процессы синхизиса и синерезиса, а в возрасте от 80 до 89 лет это происходит у 62 % людей [162]. У людей старше 40 лет полости с жидкостью можно диагностировать с помощью биомикроскопии, так как они достигают достаточно больших размеров [111]. Процесс в большинстве случаев прогрессирует медленно в зрелом возрасте [122, 124].

Параллельно с процессом синхизиса происходит процесс агрегации коллагеновых волокон в плотные пучки – синерезис [32, 52]. Под воздействием ряда факторов изменяется биохимическое состояние гиалуроновой кислоты, нарушается ее взаимодействие с коллагеном стекловидного тела [113, 143]; снижается количество гиалоцитов в кортикальных слоях СТ, что ведет к сокращению способности гиалуроновой кислоты связывать воду, изменению структуры коллагеновой сети, истончению задней гиалоидной мембраны (ЗГМ) [3,

52, 77, 186]. По данным ряда авторов, окислительный стресс также может способствовать развитию возрастных изменений, миодезопсии, ухудшающей зрение [47]. Прогрессирующая возрастная деградация приводит к задней отслойке стекловидного тела (ЗОСТ) [3, 184].

Исследования возрастных изменений стекловидного тела с использованием ОКТ высокого разрешения доказали, что ЗОСТ начинается в перифовеа, впереди сосудистых аркад, распространяясь на верхнюю и среднюю периферию, затем на фовеальную область, нижнюю и среднюю периферию, завершаясь отхождением ЗГМ от зрительного нерва [124, 229]. Процесс отхождения ЗГМ от пара и перифовеа протекает медленно, растягиваясь на месяцы и годы, и лишь при отслоении от диска зрительного нерва (ДЗН) становится острым, как правило, сопровождаясь появлением плавающих помутнений по типу кольца Вейса [38, 67, 124, 125, 167].

Патологические возрастные изменения в СТ происходят в самой структуре СТ и в области витреоретинального интерфейса [211]. При отслоении ЗГМ через препапиллярную часть СТ или премакулярный кортикальный слой СТ происходит проникновение разжиженной части СТ в ретрогидаллоидное пространство, тем самым связь между коллагеновыми фибриллами СТ и базальной мембраной клеток Мюллера разрушается [211]. Согласно данным литературы, причиной этого может быть утолщение внутренней пограничной мембраны (ВМП) и нарушение структуры клеток Мюллера [40]. Движения глазного яблока также способствуют ЗОСТ, так как жидкость в ретровитреальном пространстве постепенно отсепаровывает ЗГМ от сетчатки [116]. Затем смещение геля СТ впереди и провисание его вниз от места фиксации у зубчатой линии приводит к коллапсу СТ. Постепенное уплотнение и сокращение ЗГМ приводит к полной ЗОСТ [67].

ЗОСТ является спонтанной, но может провоцироваться такими факторами, как факоэмульсификация, травма глаза, увеит, панретинальная лазерная коагуляция, лазерная капсулотомия, миопия высокой степени, менопауза, синдромы Стиклера, Элерса-Данло и др. [42, 158, 217].

Частота ЗОСТ неодинаковая в разных возрастных группах, составляет примерно 24 % у пациентов в возрасте 50–59 лет и увеличивается до 65 % у людей в возрасте

старше 65 лет и до 87 % среди пациентов в возрасте 80–89 лет [99, 108, 120, 168, 205, 229]. ЗОСТ чаще происходит у женщин [97, 99, 149]. До 20 % случаев ЗОСТ носит бессимптомный характер [172]. ЗОСТ является двусторонним процессом, у 47 % пациентов возникает на парном глазу в течение 18 месяцев, у 90 % пациентов – в течение трех лет [105].

Классификация ЗОСТ. Различают нормальную и аномальную ЗОСТ [183]. Благоприятным течением процесса считается нормальная или бессимптомная ЗОСТ [31, 124]. Впервые термин «аномальная ЗОСТ» был введен J. Sebag в 2004 г. и означает диссоциацию между синхизисом СТ и отхождением ЗГМ от ВМП [183, 211]. Нормальная (бессимптомная) ЗОСТ имеет стадийность. Согласно данным литературы, изучение ЗОСТ ориентировалось на морфологические особенности и патогенез ЗОСТ. Hruby K. в 1967 году [110] представил классификацию ЗОСТ, различая следующие ее виды:

- А. Полная задняя отслойка: простая отслойка; отслойка с коллапсом структур СТ; воронкообразная отслойка; атипичная отслойка.
- Б. Частичная задняя отслойка: верхняя, задняя, боковая или нижняя отслойка; атипичная отслойка.

При простой полной задней отслойке СТ происходит отслоение ЗГМ во всех отделах глазного яблока: в области заднего полюса и на периферии сетчатки [70, 137]. Частичная ЗОСТ характеризуется отрывом ЗГМ от ДЗН, но с сохранением витреоретинального контакта на большей протяженности сетчатки, а также характерна для преретинальных кровоизлияний в заднем полюсе, хориоидитах, перифлебитах, осложненной хирургии катаракты, проникающих ранениях или пролиферативной ретинопатии, когда отслоение ЗГМ происходит в области поражения [3, 117].

Комплексное исследование СТ с помощью биомикроскопии, контактных линз и метода фотографирования СТ позволило в 1997 году Kakehashi A. et al. представить новую классификацию, которая делила ЗОСТ на 4 типа:

1. Полная ЗОСТ с коллапсом;
2. Полная ЗОСТ без коллапса СТ;

3. Частичная задняя отслойка СТ с утолщением задней стекловидной коры;
4. Частичная задняя отслойка СТ без утолщения задней стекловидной коры, ассоциируемая с возрастными изменениями стекловидного тела [127].

Применение оптической когерентной томографии (ОКТ) позволило Uchino E. et al. в 2001 году классифицировать ЗОСТ на следующие стадии:

- 0 – нет задней отслойки СТ;
- 1 – неполная перифовеолярная отслойка площадью до 3 квадрантов;
- 2 – неполная задняя отслойка СТ во всех квадрантах с сохраняющимся прикреплением СТ к сетчатке в области фовеа и ДЗН;
- 3 – неполная задняя отслойка СТ, охватывающая весь задний полюс, но с остающимся прикреплением к ДЗН;
- 4 – полная задняя витреальная отслойка [216].

В 2005 году Johnson M.W. внес следующие изменения в описание 1 и 2 стадии ЗОСТ: 1 стадия – перифовеолярная отслойка ЗОСТ с сохранной фиксацией в области фовеа; 2 стадия – разрешение витреофовеолярной фиксации с полной перифовеолярной отслойкой ЗОСТ [123]. Перифовеолярная отслойка СТ, распространенная на всю периферию и с адгезией СТ только на макуле и диске зрительного нерва была классифицирована как имеющие стадию 1+ PVD (ЗОСТ) [123].

При отслоении ЗГМ от папиллярной области образуется глиальное плавающее помутнение, названное кольцом Вейса (Weiss ring), которое может иметь разные формы: от классического кольца, полукольца до неправильной формы [5, 36, 38, 194]. Однако наличие кольца Вейса не всегда означает наличие полной ЗОСТ, так как характеризует только отслоение ЗГМ от области ДЗН, но не свидетельствует о ее отслоении на периферии сетчатки [39, 71]. Согласно данным литературы, при наличии кольца Вейса на периферии может сохраняться остаточный витреоретинальный контакт [73, 219].

В 2001 г. Carrero J. предложил классифицировать ЗОСТ на две группы: полную, когда контур отслоившегося заднего стекловидного тела прослеживается вплоть до его основания и частичную, когда имеются любые витреоретинальные сращения на

экваторе глазного яблока или за ним [70]. Но представленная классификация не отражает стадийность процесса ЗОСТ.

Согласно утверждению некоторых авторов, процесс ЗОСТ может начинаться как в центральной зоне сетчатки, так и на её периферии с дальнейшим распространением к заднему полюсу [39, 70].

Особенности изменений витреоретинального интерфейса при задней отслойке стекловидного тела (ЗОСТ). Чрезмерное разжижение СТ встречается при ряде врожденных аномалий метаболизма коллагена, таких как синдромы Стиклера, Марфана или Элерса-Данлоса) [87, 204], при увеитах [104, 106], сахарном диабете [182], травме глазного яблока [153], а также при высокой близорукости [43].

Полная ЗОСТ, при которой отсутствуют изменения сетчатки и повреждение сосудов, является благоприятным, закономерным процессом [31, 124]. Однако из-за значительной роли задней гиалоидной мембраны (ЗГМ) в развитии различной патологии, вопрос изучения процесса ЗОСТ является актуальным [30]. Аномальная ЗОСТ может привести к различным нежелательным изменениям в области витреоретинального интерфейса, как в центральной зоне, так и на периферии сетчатки, что безусловно придает ей особую клиническую значимость [31, 42]. В случае аномальной ЗОСТ стекловидное тело может иметь достаточно сильное прикрепление к сетчатке, это приводит к образованию витреоретинальных тракций, к развитию ретинальных геморрагий, макулярных и периферических разрывов или отеку сетчатки [61, 85, 151, 183, 197]. Процесс аномальной ЗОСТ может происходить в области заднего кортикального слоя СТ, когда его внешний слой остается прикрепленным к поверхности сетчатки (витреолизис или vitreoschisis) и являться причиной дальнейшего развития эпиретинальной мембраны с тангенциальной тракцией [30, 51, 125, 126, 187, 218]. В 1986 году эти остаточные слои СТ выявлены Kishi S. et al. в 26 глазах (44 %) с помощью электронной микроскопии 59 аутопсийных глаз после спонтанной ЗОСТ и описаны как «остатки стекловидного тела» (VCR) [132]. Их можно обнаружить как в макуле (mVCR), так и на периферии сетчатки (pVCR) [218]. В систематическом обзоре

литературы D'Albenzio A. et al. (2024) представили распространенность макулярного и периферического витреошизиса - 53,4 и 46,8 соответственно, при общей распространенности 50,8 (95% ДИ 42,6, 59,1) и описали, что они могут вызвать разрывы и отслойки сетчатки после полной ЗОСТ [79]. Отслоение ЗГМ играет ключевую роль в возникновении периферических разрывов сетчатки [57, 66, 70, 80, 177, 209]. Известно, что разрывы сетчатки являются результатом тракции в местах витреоретинального сращения и чаще всего развиваются в момент острой задней отслойки стекловидного тела (ЗОСТ) [76, 167, 171]. Разрывы сетчатки были зарегистрированы у 5–22 % пациентов с ЗОСТ [57, 58, 68, 76, 156, 195], в результате сильной тракции сетчатки со стороны ЗГМ при наличии периферических витреохориоретинальных дегенераций (ПВХРД) [12, 22, 64, 135, 220, 228]. Согласно исследованиям Abdolrahimzadeh S. et al. (2016), большинство пациентов (85 %) с симптоматическими периферическими разрывами сетчатки имели частичную ЗОСТ на периферии без отслоения ЗГМ в области заднего отдела СТ [39]. Тракционные разрывы сетчатки часто сопровождаются кровоизлияниями в стекловидное тело из-за разрыва периферических кровеносных сосудов (авульсии), означающей смещение ретинального сосуда от исходного положения, расположения его над клапанным разрывом сетчатки по типу «bridge vessel» либо у его края по типу смежного «примыкающего» сосуда в результате тракции СТ [9, 64, 231]. Впервые «авульсия сосудов» описана в 1962 году Clark G. как «Синдром отрывания сосудов сетчатки» [74] и чаще происходит в экваториальных областях и пост-экваториальной зоне сетчатки [231]. Аномальная ЗОСТ с наличием витреоваскулярной адгезии также может быть причиной гемофтальма [64]. Проникновение ретрогидалоидной жидкости в субретинальное пространство приводит к формированию регматогенной отслойки сетчатки (РОС) [64, 93, 171]. Согласно анализу литературы, безопасными считаются разрывы с «крышечкой», так как из-за отсутствия витреоретинальной тракции редко приводят к развитию РОС, наиболее опасными признаны тракционные клапанные разрывы, а наличие решетчатой дегенерации, кистовидного витреоретинального пучка (ВРП), дегенеративного буллезного ретиношизиса может являться предшественником

развития разрывов сетчатки во время ЗОСТ [22, 64, 135, 188, 228]. При этом у пациентов с острой ЗОСТ в 1,8–5 % случаев есть вероятность обнаружения нового или «пропущенного» при первоначальном обследовании разрыва [76, 218]. Наличие кровоизлияний в витреальное пространство или других факторов может служить причиной затруднения диагностики незаметных или невидимых разрывов сетчатки при острой ЗОСТ [128]. Большинство пациентов с отсроченными разрывами имели либо факторы риска развития разрывов (травмы, миопия), либо новые симптомы, такие как ретинальные геморрагии или гемофтальм [76].

Следовательно, выявление предикторов разрывов сетчатки, таких как ретинальные и витреальные кровоизлияния, наличие клеток пигментного эпителия в переднем отделе СТ по типу «табачной пыли» (симптом Шаффера), при острой симптоматической ЗОСТ является очень важной диагностической задачей [54, 76].

В связи с появлением ОКТ-томографов с высоким разрешением стало возможным визуализировать витреоретинальный интерфейс как центральной зоны, так на периферии сетчатки [26, 73, 103, 133, 214]. Это позволило выявить и описать такой симптом как наличие гиперрефлективных точек в задних слоях СТ [163], названный «falling ash» (падающий пепел) [170], «stardust» (звездная пыль) [114] или «звездное небо» [40].

По данным литературы, ЗОСТ - клинически значимый полиэтиологический процесс, при котором происходит нарушение витреоретинального соединения [3, 62]. Полная бессимптомная ЗОСТ является благоприятным исходом возрастной дегенерации СТ [31, 124]. Аномальная ЗОСТ может приводить к различной патологии центральной и периферической областей сетчатки [31, 42, 64]. В литературе представлено описание про периферические витреоретинальные контакты при частичной аномальной ЗОСТ в связи с возможным развитием разрывов и отслойки сетчатки [39, 70, 79, 167], но отсутствуют объективные методы их диагностики. Имеет важное значение выявленный факт формирования макулярного и периферического витреолизиса после полной ЗОСТ [30, 79, 125, 126, 218], как возможной причины развития разрывов сетчатки не только в макулярной области, но и на периферии.

Таким образом, выявление остаточных витреоретинальных контактов имеет ключевое значение в диагностике наличия полной ЗОСТ, как важный фактор риска возможного развития разрывов и отслойки сетчатки.

1.2. Классификация плавающих помутнений стекловидного тела

В настоящее время отсутствует общепринятая классификация плавающих помутнений стекловидного тела. Из отечественных классификаций помутнений стекловидного тела наиболее известна классификация Старкова Г.Л. (1967), согласно которой СПП делятся по происхождению (врожденные, приобретенные, наследственные), этиологии (аномалии развития, дистрофии, травмы, воспаления, нарушения обмена веществ, сочетание факторов), клиническим формам (персистенция гиалоидной артерии, первичное гиперпластическое персистирующее стекловидное тело, помутнения, разжижение, деструкция, грыжи, отслойка стекловидного тела, клеточные и органические патологические включения) [17, 29].

Из зарубежных классификаций интерес представляет классификация J. Karickhoff, в которой СПП подразделяются на 7 типов: нитевидные белковые нити, фибриллярные (облаковидные) помутнения, кольцо Вейса, неполные кольца Вейса, «дуэт помутнений» (кольцо Вейса в сочетании со «снежными шарами»), белковые плотные помутнения, возникшие в результате крио или лазерной обработки и помутнения вследствие увеитов [129]. Вышеперечисленные классификации являются достаточно обширными, но не дают представления о тактике ведения пациента. Также в литературе описаны следующие классификации:

I. По наличию симптомов: асимптоматические и симптоматические. Асимптоматические не вызывают клинических проявлений и жалоб, но диагностируются при помощи УЗИ, ОКТ и сканирующей лазерной офтальмоскопии (SLO) [38, 82, 167]. Симптоматические помутнения являются причиной жалоб пациента на плавающие помутнения различной формы (от «колец» до вида насекомых) [115, 224], так как отбрасывают артефактную тень на

поверхность сетчатки, при этом часть симптоматических помутнений может четко визуализироваться при диагностике, а часть могут плохо визуализироваться [148].

II. По времени возникновения помутнения делятся на острые и хронические. Острые помутнения возникают при острой ЗОСТ, могут приводить к нарушениям зрения [115, 152]. Хронические помутнения не исчезают в течение длительного времени после ЗОСТ, имеют постоянный характер [115].

III. По патогенезу: первичные и вторичные. Первичные помутнения являются результатом синерезиса и синхизиса стекловидного тела и представляют собой уплотненные пучки коллагеновых волокон или кольцо Вейса [12, 188]. Вторичные помутнения возникают при различных заболеваниях глаз, таких как увеит, амилоидоз, гемофтальм, астероидный гиалоз [152, 196].

IV. По месту происхождения: на уровне сетчатки при разрыве с «крышкой», на уровне ЗГМ (кольцо Вейса, эпиретинальная мембрана), в строме стекловидного тела (нитевидные, облаковидные, шаровидные помутнения), в области ЗКХ (задней капсулы хрусталика) (ятрогенные СПП при лазерной дисцизии), независимо от анатомического положения (воспалительные, дегенеративные, травматические, идиопатические, астероидный гиалоз, амилоидоз и др.) [63].

1.3. Диагностика задней отслойки стекловидного тела и методы визуализации плавающих помутнений

Биомикроскопия. Основным методом диагностики плавающих помутнений СТ ранее являлась биомикроскопия, которая позволяла визуализировать передние и частично средние отделы стекловидного тела [118, 165]. Использование высокодиптрийных бесконтактных линз (60, 72, 78 и 90 дптр.) позволяет визуализировать плавающие помутнения в любом отделе витреальной полости, а также провести диагностику состояния сетчатки и зрительного нерва [118, 165], но не позволяет визуализировать мелкие, точечные, единичные и нежные помутнения СТ [111, 165].

Ультразвуковое сканирование (УЗИ). Ультразвуковое В-сканирование является базовым методом диагностики ЗОСТ и визуализации СПП, позволяющим исключить такие состояния как отслойка сетчатки, гемофтальм, астероидный гиалоз и др. [16, 59, 146], а также измерить расстояние от плавающего помутнения до сетчатки или до хрусталика, которое по данным литературы составляет не менее 3,0 мм от данных структур [17, 24, 63, 129,]. С помощью ультразвукового исследования было показано, что степень помутнения стекловидного тела имеет прямую связь с ухудшением контрастной чувствительности и с индексом неудовлетворенности пациента, количественно оцененным с помощью показателей VFQ [148]. Недостатком данного метода диагностики является невозможность диагностировать и визуализировать мелкие и нежные помутнения СТ, а также оценить состояние витреоретинального интерфейса и непосредственную артефактную тень на поверхность сетчатки от СПП [4, 96, 154]. Ультразвук также не может отобразить подвижное помутнение стекловидного тела, так как отображает только одно В-сканирование за раз при фиксированном взгляде, и, следовательно, движущиеся при повороте головы или саккадах глаз СПП могут быть упущены. Метод ультразвуковой диагностики склонен к недооценке или переоценке вследствие зависимости от настроек усиления [96]. В основном метод ультразвукового исследования используют для измерения расстояния от СПП до сетчатки [213]. Также подробную методику определения безопасного расстояния от СПП до сетчатки при лазерном витреолизисе описал Karickhoff JR. По данным автора, «лучшим показателем безопасности сетчатки при включении лазера является то, насколько сетчатка не в фокусе, когда вы сфокусированы на плавающем объекте». Естественно, чем больше не в фокусе сетчатка, тем безопаснее проведение процедуры лазерного витреолизиса [129]. Недостатком данного метода является его полная субъективность.

Таким образом, в настоящее время не существует алгоритма ультразвукового исследования пациента с СПП, позволяющего объективно оценить наличие остаточных витреоретинальных контактов, полную ЗОСТ.

Оптическая когерентная томография. Одним из ведущих методов диагностики плавающих помутнений стекловидного тела является оптическая когерентная томография (ОКТ) [95, 96]. Первые исследования ЗОСТ с помощью ОКТ включали преимущественно сканирование только области фовеа, так как имели достаточно узкое поле сканирования, что не позволяло судить о прикреплении задней гиалоидной мембраны к ДЗН [112]. С появлением ОКТ с высокой частотой скана появилась возможность детально изучить витреоретинальный интерфейс и визуализировать СПП в передних и задних отделах стекловидного тела [181, 210]. Использование спектральных систем ОКТ и систем со сканирующим источником позволили расширить знания о состоянии витреоретинального интерфейса в макулярной и папиллярной областях [26, 141, 166, 170, 201].

Tsukahara M. et al. использовали обычную и улучшенную визуализацию стекловидного тела ОКТ из SD ОКТ и ОКТ с swept-источником для монтажа широкоугольных изображений до 36 мм [214].

В 2014г Huang L. et al. показали наличие артефактной тени от плавающего помутнения на сетчатке до витрэктомии и ее отсутствие после [111], но не смогли провести количественную оценку ее площади. В 2018 году Шаимова В.А. с соавторами впервые представила объективную количественную оценку артефактной тени от СПП по типу кольца Вейса на сетчатке методом ОКТ-ангиографии с использованием алгоритма для автоматического определения зон неперфузии в режиме Angio Retina и определения площади тени помутнения и для оценки эффективности лазерного витреолизиса [18, 35, 38].

Сканирующая лазерная офтальмоскопия. Для визуализации внутриглазных структур в течение нескольких десятилетий также применялась сканирующая лазерная офтальмоскопия (SLO) [226, 227], использовавшаяся в первую очередь как инструмент для получения изображений сетчатки с использованием меньшего количества энергии, чем непрямая офтальмоскопия или фотография глазного дна [147]. Впоследствии данный метод стал распространенным [92, 134, 225]. В настоящее время SLO используется для получения изображений глазного дна,

которые фокусируются на разных глубинах в соответствии с используемой длиной волны (инфракрасные для более глубоких структур и синие или зеленые для более поверхностных структур), а также для аутофлуоресцентной, флуоресцеиновой и индоцианиновой зеленой ангиографии, также широко применяется как инструмент предварительного просмотра глазного дна [147].

Изображения плавающих объектов, полученные с помощью динамического (инфракрасного) IRcSLO позволяет визуализировать не сами плавающие помутнения, а тень, которую отбрасывает СПП на сетчатку, данное явление получило сравнение и «инфракрасными картами облаков из космоса в прогнозах Национальной метеорологической службы США» [175]. Garcia-Aguirre G. et al. (2022) сообщили об использовании динамической сверхширокоугольной визуализации IRcSLO с помощью устройства Nidek Mirante, позволяющего проводить сверхширокоугольную визуализацию (167°) глазного дна, которое показывает более полную картину количества, плотности и движения плавающих помутнений стекловидного тела [96].

Недостатками метода SLO для визуализации СПП являются исследование тени плавающего помутнения в движении, затруднение оценки статичного затемнения симптоматическим плавающим помутнением области сетчатки, невозможность количественной оценки площади артефактной тени от плавающего помутнения.

Контрастная чувствительность. Некоторыми авторами выявлено статистически значимое снижение контрастной чувствительности (КЧ) у пациентов с СПП по сравнению со здоровыми людьми такого же возраста [18, 111, 188]. Для оценки контрастной чувствительности использовались различные программы: компьютерная программа «Freiburg Visual Acuity and Contrast Test» (FrACT) с демонстрацией на экране монитора колец Ландольта с убывающей контрастностью [17, 49, 50], видеотестеры «Optec-6500» (Stereo Optical Co., Inc., США), которая позволяет определять КЧ в дневных и ночных условиях с засветами и без, проводить исследования пространственного зрительного восприятия (стереоопсиса) и цветового зрения [129, 176]. Норманов Б.А. (2019) исследовал КЧ пациентов с различными типами СПП с помощью компьютерной программы

«Freiburg Visual Acuity and Contrast Test» (FrACT) [17] и показал статистически значимое повышение КЧ после лазерного витреолизиса у пациентов с кольцом Вейса - с $2,32 \pm 0,78$ до $1,82 \pm 1,11\%$ W ($p < 0,05$) по сравнению с пациентами с облаковидными и мембранозными помутнениями [17]. Также согласно результатам исследования автора, субъективное улучшение качества зрения было выявлено при использовании разработанного нестандартизированного тест-опросника, а стандартизированный тест-опросник VF – 14 не выявил улучшения субъективного качества зрения.

По данным литературы, отсутствует единое мнение по поводу объективности метода определения КЧ при плавающих помутнениях. По данным ряда авторов, КЧ зависит от диаметра зрачка (наиболее узкий зрачок способствует наибольшему снижению КЧ) [102], зависит от стадии ЗОСТ: не снижается при наличии полной ЗОСТ и отсутствии ЗОСТ, но снижается при наличии частичной ЗОСТ [233]; снижается при катаракте, с возрастом - после 40 лет (вероятность нарушения КЧ снижается на 39% за поколение), в связи с этим, ухудшение КЧ у пожилых людей может сделать их более терпимыми к плавающим помутнениям» [137, 157, 164, 215]. По данным публикации Ludwig G.D. et al. (2020), исследование 21 пациента с СПП не показало статистических различий в контрастной чувствительности до и после лечения [144]. Следовательно, использование контрастной чувствительности не всегда является объективным критерием оценки КЖ у пациентов с СПП, особенно в возрасте старше 40 лет, при наличии катаракты, зависит от стадии ЗОСТ и ширины зрачка.

Функциональные исследования. По данным литературы, представлены разноречивые мнения по поводу изменения МКОЗ при симптоматических плавающих помутнениях стекловидного тела: одни авторы считают, что МКОЗ не изменяется [99, 130, 137, 140, 200], а другие авторы отмечают ухудшение МКОЗ [1, 5, 35, 69, 83, 89, 193]. Публикации одних авторов свидетельствуют об улучшении МКОЗ после лазерного витреолизиса: через 1 сутки [1], других - через 3 мес. [46, 69], третьих – через 6 месяцев после лазерного лечения [89].

Уровень внутриглазного давления (ВГД) у пациентов с СПП после ЛВ, по данным одних авторов, не изменялся [14, 130, 137, 140, 145], по данным других, выявлено реактивное снижение ВГД [89], гипертензия транзиторного характера [1, 17, 35], не требующая гипотензивного лечения. Однако представлены публикации о значительном повышении уровня ВГД с развитием глаукомы после лазерного витреолизиса, потребовавшим не только медикаментозного, но оперативного лечения [45, 78, 100]. Было выдвинуто несколько теорий о причинах повышения внутриглазного давления в данных случаях: первая теория связана с закупоркой трабекулярной сети остатками плавающих помутнений, воспалительными клетками или макрофагами, вторая теория заключается в повреждении трабекулярных эндотелиальных клеток ударной волной [173]. Кроме этого, была предложена третья теория, связанная с возможным наличием в стекловидном теле неизвестного вещества, высвобождающегося во время процедуры лазерного витреолизиса, что в последующем оказывает влияние на трабекулярную сеть и снижает отток внутриглазной жидкости [78].

1.4. Методы оценки качества жизни пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела

Для оценки качества жизни (КЖ) при симптоматических помутнениях стекловидного тела применяются как стандартизированные, так и нестандартизированные анкеты в связи с отсутствием единого общепринятого стандартного тест-опросника [59, 84, 111, 137, 150].

По данным А.В. Малышева с соавторами в настоящее время основными офтальмологическими опросниками КЖ является NEI-VFQ (NEI-VFQ - National Eye Institute Visual Function Questionnaire, Анкета зрительных функций), разработанный в середине 90-х годов прошлого века учеными Национального Института Глаза (National Eye Institute), США [15]. NEI-VFQ, который состоит из 51 вопроса, оценивающие состояние по 13 различным показателям. Поскольку ответы на большое количество вопросов требуют от больных значительных усилий,

в последующем были предложены сокращенные варианты опросника, включающие 25 и 39 пунктов [2, 15]. Данные опросники широко применяются при исследовании пациентов с катарактой, возрастной макулярной дегенерацией, пролиферативной диабетической ретинопатией (ПДР), глаукомой и т.д., поэтому появились критические замечания по поводу использования их при плавающих помутнениях [44, 230]. Авторы считают, что они упускают содержательную валидность и не могут адекватно оценить качество жизни у пациентов с СПП.

В 2022 году Lin T. et al. (2022) представили опросник симптомов помутнения стекловидного тела Vitreous Floaters Symptom Questionnaire (VFSQ-13), содержащий 13 вопросов, описывающих шесть составляющих качества зрения (зрение вдаль, зрение вблизи, вождение, социальное функционирование, периферическое зрение и психическое здоровье). Вопросы с 1 по 4 представляют влияние СПП на деятельность на расстоянии, вопросы с 5 по 7 - на деятельность вблизи, вопрос 8 - на вождение, вопрос 9 - на периферическое зрение, вопрос 10 - на социальное функционирование, а вопросы с 11 по 13 описывают влияние СПП на психическое здоровье [137]. Проведенный сравнительный анализ психометрических характеристик опросников VFSQ-13 и VFQ-25 демонстрирует существенные преимущества VFSQ-13 при оценке качества жизни пациентов с СПП. С помощью анализа Раша исследована достоверность VFSQ-13 с утвержденным опросником зрительных функций Национального института глаз (NEI VFQ-25). Результаты Раш-анализа свидетельствуют о лучших показателях соответствия модели для VFSQ-13 по сравнению с VFQ-25. Преимуществом VFSQ-13 является его высокая валидность в сочетании с большей специфичностью к симптомам деструкции стекловидного тела, т.е. VFSQ-13 обеспечивает более точное соответствие между содержанием вопросов и клиническими проявлениями плавающих помутнений стекловидного тела. Поскольку VFSQ-13 разработан для оценки субъективных симптомов деструкции стекловидного тела, он более чувствителен к изменениям в их проявлении (например, после лазерного витреолизиса или естественной динамики). NEI VFQ-25, будучи общим опросником, может не улавливать небольшие, но значимые для пациента

изменения, связанные именно с плавающими помутнениями [150]. Практическим преимуществом VFSQ-13 является его сокращенный объем (13 пунктов против 25) при сохранении диагностической информативности, что делает его удобным для клинического применения.

По данным исследований Woudstra-de Jong J.E. et al. (2023) опросник VFSQ-13 прошел систематический обзор литературы (patient-reported outcome measurements (PROMs) 28 опросников оценки влияния симптоматических плавающих помутнений на качество жизни пациентов и является «единственным и специфичным» для данной категории пациентов [230].

Б.А. Нормаев (2019) проводил оценку субъективного качества зрения при помощи стандартизированного тест-опросника Visual Function (VF-14) и разработанного им нестандартизированного тест-опросника при СПП. По его мнению, опросник VF-14 не содержит качественные и количественные характеристики плавающих помутнений стекловидного тела и обладает низкой чувствительностью к жалобам пациентов с СПП [17]. В связи с чем автором были добавлены к стандартизированной анкете (VF-14) специфические вопросы, такие как: количество плавающих «мушек» в глазах; размер плавающих «мушек» в глазах; плотность плавающих «мушек» в глазах; частота появления плавающих «мушек» в глазах, а также модифицированы некоторые вопросы.

В настоящее время представлены специализированные отечественные опросники для анализа качества жизни при различных заболеваниях глаза, в том числе и витреоретинальной патологии («КЖ-20») [20, 21].

Таким образом, анализ литературы показал, что для оценки качества жизни пациентов с симптоматическими плавающими помутнениями наиболее приемлемым является опросник VFSQ-13.

1.5. Методы лечения симптоматических плавающих помутнений стекловидного тела

В настоящее время в литературе представлены следующие методы лечения симптоматических плавающих помутнений: консервативное, фармакологический витреолизис, витрэктомия и лазерный витреолизис [7, 19, 63, 83, 109, 121, 185, 193].

Консервативное лечение. В основе консервативного лечения помутнений стекловидного тела лежит использование препаратов растительного происхождения для селективной абсорбции молекул коллагена и фибрина, образующих СПП. Примером могут служить применение нативного продукта – ананаса и его экстракта (Бромелайн) [109]; препарата ВитроКап (VitreCap), содержащего L-лизин, витамин С, экстракт семян винограда, цитрусовые флавоноиды (гесперидин) [33] и Collaplex (в виде порошка), состоящий из гиалуроновой кислоты и коллагена [121].

Недостатком консервативного лечения является отсутствие рандомизированных исследований и обоснованности клинической эффективности.

Фармакологический витреолизис. Данный метод лечения СПП основан на применении ферментативных препаратов и до настоящего времени находится в стадии разработки, так как не существует достаточного количества данных об эффективности фармакологического витреолизиса. Sebag J. (2005) выделяет 2 группы витреолитических агентов на основе воздействия на стекловидное тело: индукторы «разжижения» стекловидного тела и индукторы разобщения стекловидного тела и сетчатки [185]. Эффективность и безопасность препарата Окриплазмина была продемонстрирована в клинических исследованиях по его применению в лечении витреомакулярного тракционного синдрома, что теоретически может быть использовано для лечения плавающих помутнений стекловидного тела [131, 202]. Норман К.С. применил препарат Миниплазмин у экспериментальных животных с целью индукции ЗОСТ, обосновал возможность использования данного препарата в хирургической практике и его нетоксичность в отношении других структур глазного яблока [19].

Следует отметить, что фармакологический витреолизис является перспективным методом лечения, однако требует долгосрочных исследований о воздействии данной группы препаратов на структуры глаза и оценки эффективности данного метода лечения.

Витрэктомия. Витрэктомия является радикальным методом лечения плавающих помутнений стекловидного тела [7, 81, 83, 178, 188, 208, 232]. Преимуществами данного метода лечения являются улучшение качества жизни, субъективных зрительных ощущений, удовлетворенность пациентов результатами витрэктомии составляет по данным некоторых авторов до 96 % [41, 75, 81, 91, 107, 138, 155, 223, 232]. Однако витрэктомия является инвазивным методом, в связи с этим, имеет место высокий риск развития ряда осложнений, таких как катаракта, гипертензия, глаукома, ретинальные разрывы, РОС, кровоизлияние в СТ и сетчатку, макулярный отек, эндофтальмит [7, 24, 65, 98, 180, 212, 232].

Европейское сообщество VitreoRetinal (2020) провело ретроспективную оценку эффективности витрэктомии по поводу плавающих помутнений. Представлены результаты операций на 581 глазу, выполненные 48 ведущими витреоретинальными хирургами из 16 стран, период наблюдения составил более 6 мес (6–94 мес). Пациенты были «удовлетворены» результатами операции в 92,4 %, частично удовлетворены – 5,5 %, отметили «ухудшение» – 2,1 % [232]. Представлены следующие виды осложнений ВЭ: во время операции произошло повреждение хрусталика в 2-х случаях, в связи чем проведена одномоментная факовитрэктомия, ятрогенные разрывы сетчатки были зарегистрированы в 29 глазах (4,99 %); в послеоперационном периоде катаракта развилась у 84 (48,6 %) из 173 факических глаз в среднем через 16 месяцев (диапазон от 1 до 67 месяцев) после витрэктомии, потребовалось хирургическое лечение; отслойка сетчатки возникла в 14 (2,4 %) глазах в среднем через 3 месяца после витрэктомии (диапазон от 1 до 50 месяцев); кистовидный макулярный отек – 8 (1,4 %) глаз, эпиретинальная мембрана появилась в 7 (1,2 %) глазах, в четырех из которых потребовалась повторная витрэктомия с удалением мембраны; частичный гемофтальм - в 3-х (0,5 %) глазах,

хориоидальное кровоотечение -1 глаз, гипотония – 1 глаз, гипертензия – 13 (2,2 %) глаз, из них в 9 (1,5 %) глазах развилась глаукома [232].

Ряд авторов отмечает, что минимизированные хирургические подходы [59, 150, 184, 188, 189, 223] снижают уровень осложнений за счет применения метода частичной ВЭ без хирургической индукции отслойки задней гиалоидной мембраны, если только нет предшествующей ЗОСТ. В 2024 году Р.Е. Stanga с соавт. предложили термины «селективная витрэктомия» и «терапевтическая рефракционная витрэктомия» [203], Boneva S.K. et al. (2025) – «ограниченная рефракционная витрэктомия» [59].

Результат исследований показал, что при частичной ВЭ представлены следующие осложнения: катаракта – до 16,9 % [65, 175, 184], при этом отмечена зависимость от возраста (до 8,1 % в возрасте до 50 лет, 35,8 %–45 % старше 62 лет) [59]; разрывы сетчатки 2–4,99 % [65, 232]; отслойка сетчатки: 0,8–16 % [208, 232]; макулярный отек: 1,4–1,7 % [86, 232]; гемофтальм: 0,5–1,97 % [86, 232]; гипертензия: 1,04–2,2 % [86, 232]; эндофтальмит – 0,18 % [D.D. Dysager 2022 86], появление «рецидивирующих» помутнений – 14,1 % в связи с появлением отслойки ЗГМ у молодых пациентов без ЗОСТ [59], что потребовало повторной витрэктомии у 11,1 % пациентов.

Таким образом, осложнения витрэктомии могут возникнуть как во время проведения операции, так и в послеоперационном периоде при любой методике проведения операции. Это вынуждает искать новые методы лечения симптоматических плавающих помутнений стекловидного тела.

Лазерный витреолизис. По данным литературы, лазерный витреолизис симптоматических плавающих помутнений по типу кольца Вейса является альтернативным методом, в связи с неинвазивностью, низким процентом интра- и послеоперационных осложнений, а также экономической целесообразностью [38, 63, 145, 152, 179, 193]. Однако, ряд авторов считает, что лазерный витреолизис до сих пор вызывает серьезные споры, поскольку безопасность и эффективность этого метода не подтверждены всеми исследованиями и для обоснованных выводов необходимы дальнейшие проспективные исследования с использованием

объективных, количественных, стандартизованных показателей [130, 152, 161, 205].

Основоположниками лазерного витреолизиса принято считать Franz Fankhauser и Daniele S. Aron-Rosa в 1983г [48, 90]. Настороженное отношение многих публикаций возможно объясняется применением ИАГ-лазеров старого поколения, которые использовались преимущественно для лечения заболеваний переднего отрезка глазного яблока, таких как вторичная катаракта, глаукома. При этом применение данного типа лазерных установок для лечения СПП стекловидного тела вынуждало повышать энергию лазерного импульса из-за большого диаметра пятна, что, следовательно, приводило к увеличению процента осложнений лазерного витреолизиса [48, 83, 90, 139, 213]. Кроме этого, отсутствие коаксиального освещения препятствовало полноценной визуализации всех отделов стекловидного тела и точной ориентации расположения относительно сетчатки и задней капсулы хрусталика [24, 63, 129, 199], несовершенство охлаждающих систем в лазерной установке могло вызывать отсутствие стабильности лечения [198].

Разработанная новая система коаксиального лазерного освещения YAG-лазеров в форме True Coaxial Illumination (TCI; Ellex Medical, Adelaide, Australia) позволяет визуализировать всю полость стекловидного тела от хрусталика до сетчатки, контролировать пространственное положение помутнения; внедрение активной охлаждающей системы – стабилизировать и уменьшить энергию, необходимую для vaporизации [199]. Фирма Ellex Medical (Австралия) представила лазер Ultra Q Reflex с этими особыми свойствами в 2013 году [63].

Появление ИАГ – лазеров нового поколения с коаксиальным освещением способствовало снижению количества осложнений и повышению эффективности лечения [6, 13, 24, 28, 129, 199].

В литературе представлены два метода лазерного витреолизиса:

1. Метод фрагментации (дробление), при котором плавающее помутнение фрагментируется на множество мелких частиц, обусловлен использованием более низких энергетических параметров (1,2 мДж) и, как правило, приводит

только к уменьшению площади плавающего помутнения, но не к его исчезновению [83, 193].

2. Метод vaporизации (испарение), при котором происходит испарение плавающего помутнения и превращение его в пар с образованием кавитационных пузырьков - «метод оптического пробоя» [63, 88,].

Метод vaporизации представлен двумя видами: классический, при котором происходит vaporизация всего СПП [199]; метод смещения, при котором происходит рассечение шварт и тонких нитей в стекловидном теле, с помощью которых плавающее помутнение подвешено в витреальной полости [144, 159].

Параметры лазерного лечения. Механизм лазерного витреолизиса заключается в vaporизации помутнений СТ, которая происходит за счет концентрации лазерной энергии с диаметром пятна 8 мкм при коротком времени воздействия (4 нс) и формирования электрического поля с высокой температурой (до 4000°C) [129]. При этом образуется плазма и помутнение стекловидного тела превращается в газ [88, 129]. Энергия лазерного импульса, по данным литературы, представлена в различных диапазонах: 1,2 мДж [83], 1,8–7,5 [35], 3–8 мДж [5, 17, 144, 193], 10–15 мДж, [48, 213]. Количество импульсов за сеанс лазерного лечения также было различным: 50–300 [5], 60–700 импульсов [17], 680–845 [191]. Большинство специалистов использовали одиночный импульс при vaporизации помутнений [5, 17, 83, 144, 193, 199], единичные – комбинированный режим: одиночный и многоимпульсный [38]. В литературе представлено разное количество сеансов лечения: один сеанс (согласно условиям исследований) [83, 144, 193], два сеанса [5], три сеанса [17]; в диапазоне 2–5 [17, 35], 4–8 сеансов [139] в зависимости от показаний и необходимости лазерного воздействия.

Согласно инструкции от производителя к лазерной установке Ellex и рекомендациям, процедуру витреолизиса предлагают начинать с энергии равной 2,6 мДж одиночным импульсом, плавно повышать ее до получения эффекта vaporизации СПП. «Если помутнение расположено глубоко, в задней части стекловидного тела, потребуется больше энергии импульса для его разрушения.

Так, исходное помутнение может быть испарено при уровне энергии 4 мДж в передней части, 5 мДж в средней части и 6 мДж в задней части стекловидного тела». Рекомендовано ограничение количества импульсов до 300-400 за сеанс, однако максимальная энергия или количество импульсов не ограничены, но выполнение более 1000 импульсов считается нежелательным [88], описана возможность применения одно, двух, трехимпульсного режима лечения. Однако, ряд авторов опубликовал результаты исследований, что режим с одним импульсом является наиболее безопасным при вапоризации помутнений, в то время как режимы с несколькими импульсами могут использоваться для лечения только плотных помутнений, которые сложно лечить в режиме с одним импульсом [119]. По мнению авторов, при многоимпульсном режиме происходит накопление высокой пиковой энергии в одной точке, что может повреждать структуры глаза по сравнению с одноимпульсным режимом.

Распространение энергии ИАГ-лазерной установки в среде, близкой к стекловидному телу изучал Vogel A., который выделил 3 зоны физических эффектов в точке фокусировки лазера: центральная зона – зона формирования оптико-электрического пробоя, средняя зона – зона формирования кавитационных пузырьков и периферическая зона – зона ударной волны, которая вероятно обеспечивает повреждение соседних структур глаза [221]. При этом диаметр ударной волны при энергии импульса - 5 мДж составляет 2,5 мм (в радиусе – 1,25 мм). С учетом экспоненциальной зависимости ударной волны от энергии импульса, можно считать, что повышение энергии импульса до 10 мДж не приведет к увеличению радиуса ударной волны более 3 мм. В связи с этим, наиболее безопасным расстоянием от помутнения до сетчатки считается - 3 мм и более [221].

Таким образом, отсутствуют единые стандарты параметров лазерного витреолизиса СПП в связи с тем, что подбор энергии лазерного воздействия, количество импульсов в пределах одного сеанса лечения и необходимого числа сеансов и многоимпульсных режимов решается строго индивидуально и зависит от

многих факторов: плотности, размера, расположения помутнения, наличия ЗОСТ, качественного оборудования и опыта лазерного хирурга.

Оценка безопасности лазерного витреолизиса. Считается, что первая работа по ИАГ-лазерному витреолизису симптоматических плавающих помутнений 15 случаев при возрастных изменениях стекловидного тела принадлежит Tsai WF (1993), который описал полную успешность проведения лазерного лечения и отсутствие осложнений во время операции и в послеоперационном периоде [213].

По данным литературы представлен анализ осложнений ИАГ-лазерного витреолизиса плавающих помутнений, связанных с возрастными изменениями стекловидного тела:

- повреждение задней капсулы хрусталика 0,15–4,5 % с развитием травматической катаракты: [17, 28, 46, 55, 129, 198];
- субретинальные кровоизлияния: 0,08–2 % [17, 129, 198];
- ретинальные кровоизлияния: 1,8% [207];
- реактивная офтальмогипертензия 0,6–25 % [1, 17, 35, 198, 199];
- глаукома 0,14 % [129];
- ретинальные разрывы в послеоперационном долгосрочном периоде (1,4–2,8 года): 0–8,57 % [192];
- кроме того, описаны отдельные клинические случаи осложнений: ретинальные разрывы с отслойкой сетчатки [100, 142, 169], ретинальные и субретинальные кровоизлияния [100], глаукома [78, 100], увеличение количества симптоматических плавающих помутнений [100], макулярный отек [45].

В литературе описано только одно исследование с большим количеством пациентов, представленное Singh I.P. в 2018 году, в котором 1272 случаев лазерного витреолизиса плавающих помутнений стекловидного тела, наблюдавшихся более 1 года. Общая частота осложнений по данным автора составила 0,8% и все случаи осложнения получены в течение первых 50 операций лазерного хирурга [199].

Основной причиной развития ятрогенной катаракты считается проведение лазерного витреолизиса в непосредственной близости от задней поверхности хрусталика (менее 3 мм), что ведет к повреждению задней капсулы хрусталика [206]. Ретинальные геморрагии и ретинальные разрывы с отслойкой сетчатки могут возникнуть, если плавающее помутнение во время проведения YAG-лазерного витреолизиса находится в фокусе одновременно с сетчаткой [198]. В связи с этим, необходимо соблюдать расстояние от помутнения до сетчатки не менее 3 мм [18, 60, 129, 193].

Karickhoff J.R. (2019) обозначил основные причины гипертензии и развития глаукомы: расположение помутнения в передних слоях стекловидного тела, рядом с трабекулой; плоская радужка; особенности операции – большое количество лазерных импульсов (565), преобладание дробления помутнений над вапоризацией [129]. Кроме этого, считается, что процедура витреолизиса может привести к обструкции трабекулярной зоны остатками помутнений, макрофагами, а также в результате повреждения ткани трабекулы ударной волной лазера [78].

Причиной развития разрывов сетчатки и РОС являются остаточные витреоретинальные контакты [39, 70, 79, 167] при частичной ЗОСТ, кроме этого центральный и периферический витреолизис после полной ЗОСТ [30, 79, 125, 126, 218].

Оценка эффективности лазерного витреолизиса. Для определения эффективности лазерного витреолизиса представлены несколько методик. Б.А. Норманов (2019) описал метод ультразвукового исследования с использованием полученных изображений и их последующим анализом при помощи компьютерной программы ImageJ до и после витреолизиса (более 10 % – лечение считают эффективным, 5–10 % – малоэффективным, менее 5 % – неэффективным, рекомендована витрэктомия) [17, 23].

Ю.Ю. Хзарджан (2021) показала методику оценки эффективности по уровню МКОЗ, светочувствительности сетчатки, по остаточной площади помутнений, по

индексу интенсивности затемнения сетчатки, по акустической плотности помутнения [35].

Sun X. et. al (2019) использовали ангиограф высокого разрешения Heidelberg Spectralis 2 в режиме IRcSLO с 30⁰ или 55⁰ линзой для измерения площади плавающих помутнений стекловидного тела до и после лазерного лечения [207].

Garcia-Aguirre G. et al. (2022) применили динамическую сверхширокоугольную визуализацию IRcSLO тени помутнения при саккадическом движении глаз и создали шкалу для оценки степени выраженности помутнений стекловидного тела [96].

Зайцев Н.А. (2024) представил исследование толщины сетчатки в макулярной области (в фовеа, парафовеа, перифовеа) при артификации до и после лазерного витреолизиса в рамках краткосрочного исследования (3 мес.) [11].

В 2017 году Shah C.P. и Heier J.S. показали результаты исследования у 52 пациентов (52 глаза) с кольцом Вейса более 6 месяцев, из них 16 глаз составили контрольную группу, которым проводилось фиктивное лечение СПП. Результаты оценивались с помощью опросника NEI VFQ-25 и пятиуровневой качественной шкале Delaney Y.M. (2002) [193]. По результатам исследования, субъективное симптоматическое улучшение наблюдалось в группе лазерного витреолизиса – 54 %, а в группе контроля – 9 %; уменьшение жалоб на зрительный дискомфорт по 10-балльной шкале на 3,2 и 0,1, соответственно; по качественной пятиуровневой шкале удовлетворенности 53 % и 0%, соответственно; объективные исследования помутнения по цветной фотографии 94 % и 0 %, соответственно.

В 2020 году Souza C.E. et al. провели исследования 32 пациентов (32 глаза) с плавающими помутнениями по типу кольца Вейса и фиброзными помутнениями до и после лазерного витреолизиса через 6 месяцев и представили субъективные изменения: уменьшение жалоб на зрительный дискомфорт в 46,1 %, статистически значимое улучшение функции зрения вблизи ($z = - 2,97$; $p = 0,003$; $r = 0,633$); объективные результаты согласно цветной фоторегистрации глазного дна – полное улучшение помутнения стекловидного тела наблюдалось у 56,2 % пациентов, частичное улучшение – у 37,5 %, отсутствие изменений – у 6,3 % [200].

Manna M. et al. (2022) представили оценку эффективности лазерного витреолизиса помутнений по типу кольца Вейса через 6 месяцев наблюдения (50 глаз): полный успех – 14% пациентов, значительный успех – 46%, частичный успех – 34%, отсутствие удовлетворения от лечения – 6% [149].

Nunes G.M. et al. (2022) описал результаты лазерного витреолизиса кольца Вейса (13 глаз) через 18 месяцев: полная удовлетворенность составила 25%, частичное улучшение – 37,5%, значительное улучшение – 37,5% [160].

По данным Lin T. (2022) исследования эффективности ЛВ у 22 пациентов с кольцом Вейса с полным ЗОСТ выявили значительное и полное улучшение после лечения в 72,73 % [137].

Таким образом, преимуществом традиционного лазерного витреолизиса является его неинвазивность, безболезненность, быстрый эффект, невысокий процент осложнений, экономическая целесообразность [6, 89, 152, 190, 191].

Корреляционная связь. Исследования корреляционной связи при плавающих помутнениях СТ в литературе представлены единичными публикациями. В 2019 году Sun X. с помощью анализа Пирсона провел корреляцию между площадью теней плавающих помутнений, полученными на инфракрасных фотографиях глазного дна, с качеством жизни, применяя опросник VFQ-25 и выявил достоверную сильную отрицательную корреляционную связь до лечения ($r = -0,73$, $P = 0,001$) и после ($r = -0,72$, $P = 0,001$) лазерного витреолизиса [207]. Хзарджан Ю.Ю. в 2021 году, используя метод микропериметрии при плавающих помутнениях стекловидного тела, выявила обратную корреляционную связь между площадью помутнения стекловидного тела и светочувствительностью сетчатки ($rx/y = -0,48$, $p = 0,0001$), а также обратную корреляционную связь между индексом затемнения сетчатки и светочувствительностью ($rx/y = -0,397$, $p = 0,0001$) [35].

Сроки до операции (длительность наблюдения). В настоящее время отсутствует единое мнение по поводу сроков наблюдения перед проведением лазерного витреолизиса при плавающих помутнениях после ЗОСТ. По мнению

одних авторов, достаточным периодом наблюдения являются 2–3 месяца [23, 55], по мнению других – более 3 месяцев [137], по мнению третьих авторов необходимо наблюдать не менее 6–12 месяцев перед проведением лазерного витреолизиса [136, 192]. В 2024 году Hangshuai Zh. et al. описали термин «ранний» («early YAG laser vitreolysis») (ЛВ – с 28 дней до 3-х месяцев) и «отсроченный ИАГ-лазерный витреолизис» («delayed YAG laser vitreolysis») – ЛВ проводится через 3 мес. после первичного приема. Однако авторами было презентовано лишь начало научной работы [101].

Таким образом, проведенный анализ обзора литературы показал, что симптоматические плавающие помутнения значительно снижают качество жизни, негативно влияют на трудоспособность, ухудшают психическое здоровье пациентов.

В литературе представлены две основные методики лечения СПП: витрэктомия, лазерный витреолизис. Витрэктомия является эффективным методом лечения СПП, но инвазивный характер не исключает возможного развития интра- и послеоперационных осложнений, развития катаракт, ретинальных разрывов, отслоек сетчатки, гемофтальмов, эндофтальмитов. В связи с этим, необходим поиск новых методов лечения.

Витреолизис с помощью лазера Nd: YAG с использованием новой технологии является методом выбора и показал себя безопасным и эффективным при лечении симптоматических плавающих помутнений стекловидного тела в виде кольца Вейса. Однако в литературе представлены разноречивые данные о сроках проведения лазерного витреолизиса.

Анализ обзора литературы показал:

- недостаточно представлены безопасность и клиническая эффективность традиционного лазерного витреолизиса;
- отсутствуют показания, противопоказания к проведению лазерного витреолизиса в ранний период после полной ЗОСТ;

- не описаны объективные методы определения периферических остаточных витреоретинальных контактов, которые необходимы для безопасного проведения лазерного витреолизиса; способы количественного выявления интенсивности помутнений СТ методом ОКТ-сканирования для решения показаний к лазерному витреолизису; методы объективного определения остаточной ретинальной тени от вапоризированного помутнения после витреолизиса как показателя эффективности/неэффективности лечения и дальнейшей тактики ведения пациентов.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Дизайн исследования

Дизайн исследования данной диссертационной работы заключался в проведении комплексного этапного обследования пациентов для оценки по критериям безопасности и клинической эффективности лазерного витреолизиса симптоматических помутнений стекловидного тела по типу кольца Вейса на фоне полной ЗОСТ при проведении лечения в раннем периоде (до 3-х месяцев с момента появления помутнения) по сравнению с группой отсроченного витреолизиса (после 3-х месяцев) и естественного течения состояния глаз в течение 12-месячного наблюдения в группе контроля для разработки показаний к раннему лазерному витреолизису и создания автоматической программы ее расчета (рисунок 1).



Рисунок 1 – Дизайн исследования

Проведено 2 этапа клинических исследований.

Первый этап был направлен на изучение безопасности проведения раннего ЛВ и традиционного (отсроченного) ЛВ методом ретроспективного анализа частоты интраоперационных осложнений, количества сеансов, сравнительного

исследования продолжительности ожидания до лазерного витреолизиса («срок до операции»). В рамках первого этапа был выполнен ретроспективный регистровый анализ амбулаторных карт 966 пациентов (1187 глаз) за период 2016 -2024 гг., в возрасте от 26 до 91 года, средний возраст 61 [56,00; 68,00] год. Проведен комплексный анализ двух групп: 1 – группа раннего ЛВ (355 глаз, 29,9 %), в которой лазерный витреолизис проведен до 3 мес. при появлении симптоматических плавающих помутнений (СПП) в виде кольца Вейса после полной ЗОСТ, 2 – группа отсроченного ЛВ (832 глаза) – в сроки 3 мес. и более на фоне полного отслоения задней гиаловидной мембраны (ЗГМ).

Второй этап был посвящен изучению безопасности и клинической эффективности раннего ЛВ при проспективном исследовании по сравнению с результатами группы отсроченного ЛВ и естественного течения состояния в контрольной группе на основе комплексных исследований. В рамках второго этапа проспективных исследований были выделены две основные группы пациентов с наличием СПП по типу кольца Вейса: группа 1 (ранний ЛВ) включала 55 пациентов (55 глаз), которым лазерный витреолизис был выполнен после появления полной ЗОСТ в сроки до 3 мес.; группа 2 (отсроченный ЛВ) – 52 пациента (52 глаза), которым лазерный витреолизис проведен в период 3 мес. и более на фоне полной отслойки ЗГМ. Контрольной группой служили 53 пациента (53 глаза) с наличием кольца Вейса и полной ЗОСТ, которым лазерный витреолизис не выполнялся.

Для достижения поставленной цели комплексное исследование было выполнено по следующим критериям:

1. оценке безопасности раннего ЛВ в сравнительном аспекте с группой отсроченного (традиционного) ЛВ:

- по частоте интра- и послеоперационных осложнений;
- по уровню ВГД, объективных морфометрических показателей переднего отрезка глаза (биометрия хрусталика), сетчатки: толщины фовеальной, парафовеальной сетчатки;

2. оценке клинической эффективности раннего ЛВ в сравнительном аспекте с группой отсроченного ЛВ и естественного течения состояния в группе контроля:

- по функциональному показателю - МКОЗ;
- по коэффициенту остаточной тени помутнения (КОТП) после каждого сеанса лазерного витреолизиса;
- по субъективным ощущениям: качества жизни (по опроснику VFSQ-13), наличия жалоб на зрительный дискомфорт по 10-балльной шкале самооценки; уровня удовлетворенности операцией по пятиуровневой качественной шкале в динамике по периодам исследований до 12 месяцев.

2.2. Общая характеристика пациентов

Исследование выполнено на базе клиники «ЦЕНТР ЗРЕНИЯ» (г. Челябинск) за период с августа 2016 по декабрь 2024 гг. В рамках исследования проведен ретроспективный регистровый анализ медицинских карт (учетная форма № 025/у) 966 пациентов (1187 глаз); проспективные собственные исследования автора 107 пациентов (107 глаз) в динамике в течение 12 мес., в группу контроля вошли пациенты в количестве 53 человек (53 глаза).

Критерии включения в исследования:

- наличие симптоматического плавающего помутнения в виде кольца Вейса на фоне полной задней отслойки стекловидного тела;
- расстояние от СПП не менее 3 мм до сетчатки и задней капсулы хрусталика;
- жалобы пациентов на значимые плавающие помутнения (4 и более из 10 баллов);
- оптически прозрачные среды глаза;
- согласие на участие в исследовании.

Критерии невключения:

- врожденные заболевания глаз;
- единственный глаз;
- острые и хронические инфекционно-воспалительные заболевания глаз;

- посттравматические изменения витреоретинального интерфейса;
- клапанные разрывы и отслойки сетчатки при исходном исследовании;
- невоспалительные заболевания глаз (глаукома, васкулит, патология роговицы, диабетическая ретинопатия и др.).

В рамках первого этапа был выполнен ретроспективный одномоментный анализ амбулаторных карт 966 пациентов (1187 глаз) за период 2016–2024 гг., в возрасте от 26 до 91 года, средний возраст 61 [56,00; 68,00] год. Проведен комплексный анализ двух групп: 1 – группа раннего ЛВ (355 глаз, 29,9 %), которым лазерный витреолизис проведен до 3 мес. при появлении симптоматических плавающих помутнений (СПП) в виде кольца Вейса после полной ЗОСТ, 2 – группа отсроченного ЛВ (832 глаза) – в сроки 3 мес. и более на фоне полного отслоения задней гиаловидной мембраны (ЗГМ).

Результаты ретроспективного анализа по срокам проведения лазерного витреолизиса от момента появления СПП в виде кольца Вейса в исследуемых группах от 1 дня до 30 лет (360 мес.) представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Сроки проведения ЛВ от времени появления кольца Вейса в исследуемых группах ретроспективного анализа

Группы	Сроки проведения ЛВ	Количество глаз n (%)	95% ДИ
Ранний ЛВ	от 1 дня - до 1 нед.	19 (1,6)	1,0 – 2,5
	от 1,1 нед. - до 4 нед.	143 (12,0)	10,2 – 14,0
	от 4,1 нед. - до 8 нед.	141 (11,9)	10,1 – 13,9
	от 8,1 нед. - до 12 нед.	52 (4,4)	3,3 – 5,7
Отсроченный ЛВ	от 3,1 мес. - до 6 мес.	252 (21,2)	18,9 – 23,7
	от 6,1 мес. - до 12 мес.	216 (18,2)	16,0 – 20,5
	от 12,1 мес. - до 60 мес.	284 (23,9)	21,5 – 26,5
	от 60,1 мес. - до 360 мес.	80 (6,7)	5,4 – 8,3

Данные таблицы 1 показывают, что у большинства оперированных глаз в группе раннего ЛВ срок до лечения составляет период от 1 до 4 недель (12 %) и от 4 до 8

недель (11,9 %); в отсроченной группе – от 12 до 60 мес., при этом 80 (6,7 %) глаз оперированы в сроки – более 60 мес. (1 пациент до 30 лет – 360 мес. от появления кольца Вейса).

Проведен анализ рефракции в обеих исследуемых группах, данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты анализа рефракции исследуемых групп
ретроспективного анализа

Рефракция	Ранний ЛВ n = 355 (%)	Отсроченный ЛВ n = 832 (%)	p
эмметропия	34 (9,6)	88 (10,6)	0,540
миопия	246 (69,3)	549 (66,0%)	
гиперметропия	75 (21,1)	195 (23,4%)	

Из анализа таблицы 2 следует, что рефракция при раннем ЛВ и отсроченном ЛВ не достигает уровня статистической значимости. Следует отметить, что в обеих группах исследования преобладает миопия, реже – гиперметропия, редко – эмметропия.

Проведен сравнительный анализ исследования по частоте наличия артификации среди исследуемых групп раннего и отсроченного лазерного витреолизиса, результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнительный анализ частоты артификации (наличия ИОЛ) в
исследуемых группах ретроспективного анализа

Артификация	Ранний ЛВ n = 355 абс. число (%)	Отсроченный ЛВ n = 832 абс. число (%)	p
Нет артификации	295 (83,1%)	613 (73,7%)	< 0,001*
Наличие ИОЛ	60 (16,9%)	219 (26,3%)	

Примечание: * различия статистически значимы, $p < 0,001$.

Анализ таблицы 3 показывает наличие статистически значимых различий в наличии артефакции между двумя группами. В группе раннего ЛВ преобладает отсутствие артефакции (83,1 %) по сравнению с группой отсроченного ЛВ (73,7 %).

В рамках второго этапа проспективных исследований были выделены две основные группы пациентов с наличием СПП по типу кольца Вейса: группа 1 (ранний ЛВ), включала 55 пациентов (55 глаз), которым лазерный витреолизис был выполнен после появления полной ЗОСТ в сроки до 3 мес. (рисунок 2А); группа 2 (отсроченный ЛВ) – 52 пациента (52 глаза), которым лазерный витреолизис проведен в период 3 мес. и более на фоне полной отслойки ЗГМ (рисунок 2Б). Контрольной группой (контроль) служили 53 пациента (53 глаза) с наличием кольца Вейса и полной ЗОСТ, которым лазерный витреолизис не выполнялся (рисунок 2В).

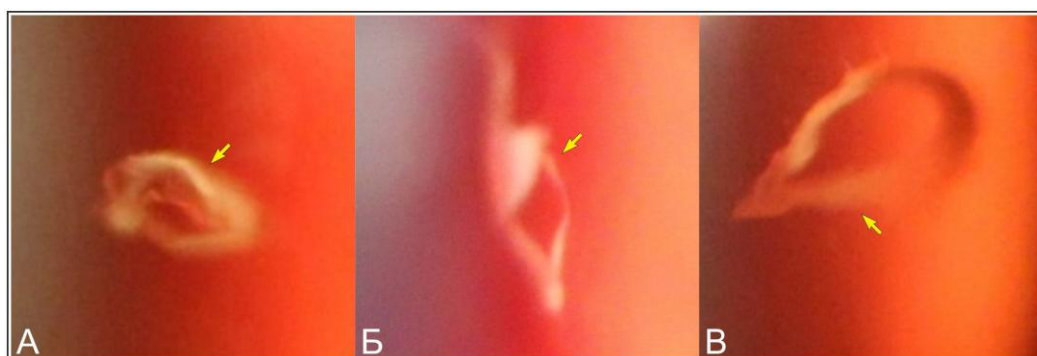


Рисунок 2 – Симптоматические плавающие помутнения по типу колец Вейса. А - В: цветные фотографии с видеощелевой лампы, встроенной в YAG-лазер (Ultra Q Reflex), желтая стрелка указывает на кольцо Вейса; А – изображение из группы раннего витреолизиса (пациент Г., 54 г.); Б - из группы отсроченного витреолизиса (пациент К., 56 г.); В - из группы контроля (пациент М., 53 г.).

Исследование возрастного аспекта в исследуемых группах и группе контроля представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Анализ возрастного аспекта сравниваемых групп и группы контроля проспективного анализа

Параметры	Ранний ЛВ (n = 55) Me [LQ; UQ]	Отсроченный ЛВ (n = 52) Me [LQ; UQ]	Контроль (n = 53) Me [LQ; UQ]	p, <i>Kruskal — Wallis test</i>
Возраст	61,00 [56; 64]	62,00 [58; 66]	60,00 [56; 65]	0,293

Из таблицы 4 следует, что отсутствует статистическая разница между средними значениями возраста в сравниваемых группах и группе контроля ($p = 0,293$).

Результаты распределения пациентов по гендерному признаку исследуемых групп представлены в таблице 5.

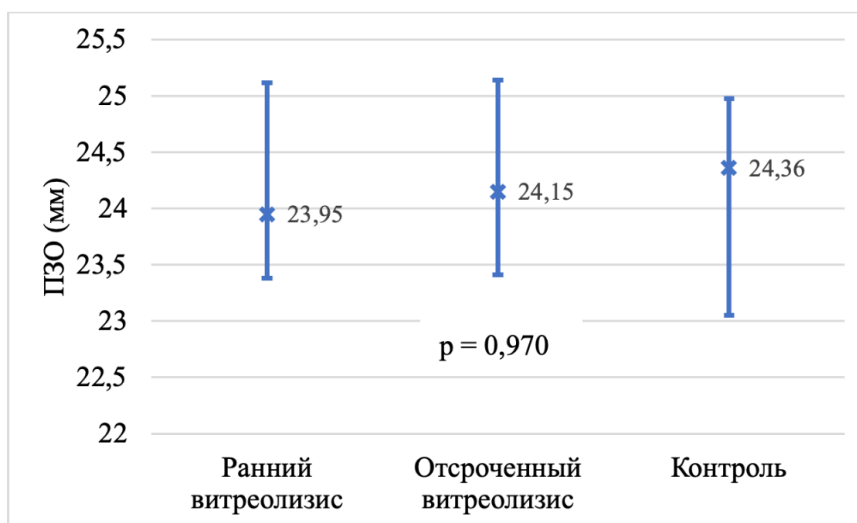
Таблица 5 – Распределение пациентов по гендерному признаку групп раннего, отсроченного витреолизиса и контроля проспективного анализа

Пол	Ранний ЛВ (n = 55) абс. число (%)	Отсроченный ЛВ (n = 52) абс. число (%)	Контроль (n = 53) абс. число (%)	p, χ^2
женщин	45 (81,8%)	46 (88,5%)	45 (84,9%)	0,629
мужчин	10 (18,2%)	6 (11,5%)	8 (15,1%)	

Примечание: χ^2 - хи-квадрат Пирсона

Как видно из таблицы 5, отсутствует статистическая разница между группами исследования и группы контроля ($p = 0,629$). Во всех группах значительно преобладают женщины.

Проведено исследование длины передне-задней оси глаза (ПЗО) в группах сравнения: раннего ЛВ, отсроченного ЛВ и в контрольной группе. Результаты представлены на рисунке 3.

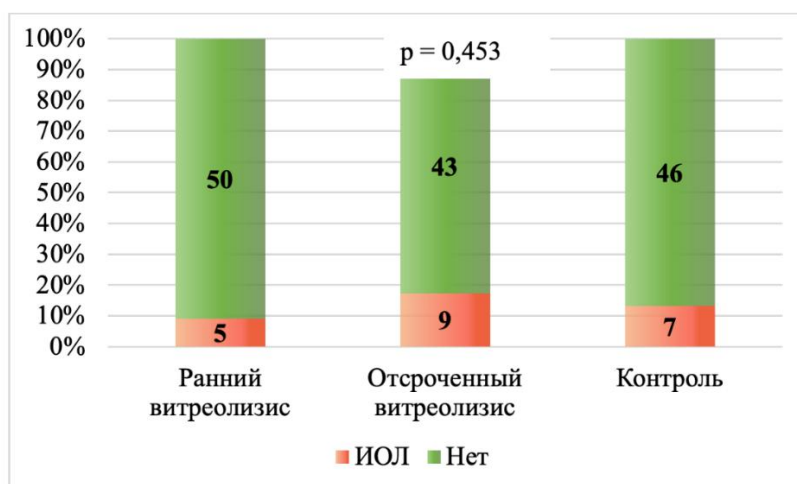


Примечание: p – критерий Краскела-Уоллиса

Рисунок 3 – Результаты сравнительной оценки ПЗО у пациентов в исследуемых группах и группе контроля проспективного анализа

Согласно анализу данных рисунка 3, при раннем витреоллизисе среднее значение ПЗО соответствует 23,9 мм, при отсроченном ЛВ – 24,15 мм, в контрольной группе – 24,36 мм, при этом отсутствует статистически значимая разница между исследуемыми группами и группой контроля ($p = 0,970$).

Исследование частоты артификации в исследуемых группах раннего, отсроченного витреоллизиса и контроля представлена на рисунке 4.



Примечание: χ^2 - сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия хи-квадрат Пирсона.

Рисунок 4 – Частота артификации в исследуемых группах и группе контроля проспективного анализа

Данные рисунка 4 свидетельствуют об отсутствии статистически значимой разницы в наличии интраокулярных линз между исследуемыми группами и группой контроля ($p = 0,453$).

Сравнительная оценка расстояния от кольца Вейса до сетчатки и задней капсулы хрусталика (ЗКХ), площади тени помутнения при исходном обследовании между исследуемыми группами и группой контроля представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты сравнительной оценки расстояния от кольца Вейса до сетчатки и задней капсулы хрусталика, площади тени помутнения в исследуемых группах и группе контроля проспективного анализа

Параметры	Ранний ЛВ (n = 55) Me [LQ; UQ]	Отсроченный ЛВ (n = 52) Me [LQ; UQ]	Контроль (n = 53) Me [LQ; UQ]	p, Kruskal — Wallis test
Расстояние от кольца Вейса до сетчатки (мм)	4,3 [3,4; 5,1]	4,6 [4,2; 5,2]	4,7 [4,1; 5,5]	0,115
Расстояние от кольца Вейса до ЗКХ (мм)	12 [11,1; 12,5]	11,75 [9,90 12,58]	11,5 [10,4; 12]	0,197
Площадь тени помутнения (мм ²)	0,724 [0,442; 0,871]	0,776 [0,609; 0,963]	0,715 [0,465; 0,920]	0,347

Полученные результаты таблицы 6 свидетельствуют об отсутствии статистически значимой разницы между группами раннего ЛВ, отсроченного ЛВ и контроля при исследовании расстояния от кольца Вейса до сетчатки ($p = 0,115$) и до задней капсулы хрусталика ($0,197$); площади тени помутнения ($p = 0,347$).

Проведена оценка степени локализации тени от кольца Вейса в макулярной области (таблица 7) согласно классификации Garcia-Aguirre G. et al. (2022) [96].

Таблица 7 – Результаты сравнительной оценки степени затемнения макулярной области в группах сравнения и группе контроля проспективного анализа

Параметры	Ранний ЛВ (n = 55) абс. число (%)	Отсроченный ЛВ (n = 52) абс. число (%)	Контроль (n = 53) абс. число (%)	p, χ^2 test
3 балла	27 (49,1%)	24 (46,2%)	27 (50,9%)	0,885
4 балла	28 (50,9%)	28 (53,8%)	26 (49,1%)	

Из анализа таблицы 7 следует, что отсутствует статистически значимая разница ($p = 0,885$) между группами раннего, отсроченного ЛВ и контроля и внутри каждой группы.

2.3. Офтальмологические методы исследования

Стандартное офтальмологическое обследование включало следующие методы: авторефрактометрия (авторефкератометр «HRK-7000», Huvitz, Южная Корея); визометрия (фороптер «CDR-3100», Huvitz, Южная Корея); тонометрия (тонометр «Icare ic 100», Icare, Finland Oy), оптическая биометрия (биометр «Lenstar LS 900», Haag-Streit Diagnostics, Швейцария); биомикроскопия (видеощелевая лампа «SL9900», CSO, Италия); биомикроофтальмоскопия (с использованием бесконтактных линз «Double Aspheric 78D», VOLK, США).

Специальное офтальмологическое обследование включало:

- широкоугольное фотографирование сетчатки (фундус-камера «Clarus 500», Carl Zeiss, Германия), фотофиксацию на видеощелевой лампе SL9900, CSO (рис. 10А);
- ультразвуковое В-сканирование (B-scan plus Accutome, США) для исследования оболочек глаза, структуры стекловидного тела, положения задней гиаловидной мембраны, расстояния от плавающего помутнения до задней капсулы хрусталика (ЗКХ) и сетчатки;
- спектральную оптическую когерентную томографию (томограф SD OCT SOLIX (Optovue, США) с функцией ОКТ-ангиографии, использующую в качестве источника излучения суперлюминесцентный диод со средней длиной волны 840 нм при частоте сканирования 120000 А-сканов в секунду с максимальным аксиальным разрешением в тканях глаза 5 мкм. Были проведены исследования: определение толщины сетчатки в фовеальной и парафовеальной области в соответствии с инструкцией производителя (версия программного обеспечения 1.0.0.342); степени локализации плавающего помутнения в макулярной зоне по методике, описанной Garcia-Aguirre G. et al. 2022 [96]; площадь ретинальной тени от кольца Вейса в виде артефактной тени определяли с помощью методики (программное обеспечение AngioAnalytics®) с функцией для выявления границы/площади фовеолярной аваскулярной зоны (FAZ), описанной Шаимовой В.А. с соавторами (2018) [38].

Для оценки качества жизни в группах исследования применялся опросник симптомов плавающих помутнений стекловидного тела Vitreous Floaters Symptoms Questionnaire (VFSQ-13) до и после операции: через 2 недели, 3, 6, 12 месяцев после лазерного витреолизиса, а также в группе контроля от исходных исследований и в динамике, описанный Lin T. et al. (2022) [137]. Опросник VFSQ-13 по данным Woudstra-de Jong J.E. et al. (2023) прошел «систематический обзор литературы (patient-reported outcome measurements (PROMs) 28 опросников оценки влияния плавающих помутнений на качество жизни пациентов, показал, что опросник VFSQ-13 является единственным и специфичным» [230].

Оценка жалоб на зрительный дискомфорт выполнялась по 10-балльной шкале самооценки от 0 до 10 [193, 199], в которой 0 означает отсутствие симптомов, а 10 указывает на выраженные (изнурительные) симптомы.

Результаты исследования зрительного дискомфорта в исследуемых группах раннего, отсроченного витреолизиса и контроля представлены в таблице 8.

Таблица 8 - Оценка жалоб на зрительный дискомфорт по 10-балльной шкале в исследуемых группах и группе контроля проспективного анализа

Сроки наблюдения	Ранний ЛВ (n = 55) M ± SD	Отсроченный ЛВ (n = 52) M ± SD	Контроль (n = 53) M ± SD]	p
	1	2	3	
Исходно (баллы)	8,89 ± 0,88	8,33 ± 0,81	8,89 ± 0,85	> 0,05

Примечание: p – критерий Краскела-Уоллиса

Как видно из таблицы 8, отсутствует статистически значимая разница между исследуемыми группами и группой контроля, при этом значения соответствуют выраженным изменениям зрительных ощущений.

Субъективная удовлетворенность лазерным витреолизисом плавающих помутнений в стекловидном теле оценивалась на основе пятиуровневой качественной шкалы, описанной Delaney Y.M. et al. (1 – хуже, 2 – без динамики; 3 – частичный успех; 4 – значительный успех; 5 – полный успех) [83].

2.4. Методы лазерного лечения кольца Вейса

Лазерный витреолизис выполняли традиционно в амбулаторных условиях на фоне максимального мидриаза под местной эпibuльбарной анестезией на установке Ultra Q Reflex фирмы Ellex Medical (Австралия) согласно инструкции от производителя со следующими техническими параметрами: длина волны 1064 нм, диаметр пятна 8 мкм, длительность импульса 4 нс. Сначала проводился подбор мощности в режиме одиночного импульса от 2,6 мДж до стадии вапоризации и затем – лазерное испарение плавающего помутнения стекловидного тела. Начинали ЛВ с верхней части помутнения для сохранения хорошей видимости при образовании кавитационных пузырьков. За один сеанс ИАГ-лазерного витреолизиса выполняли от 5 до 700 (в среднем 200-300) импульсов с энергией в импульсе от 2,6 до 8,0 мДж. По данным инструкции от производителя за один сеанс ИАГ-лазерного витреолизиса можно проводить до 1000 импульсов с энергией 1-10 мДж. [92]. При необходимости (большая площадь, высокая плотность СПП) выполняли несколько сеансов ЛВ и использовали режим двойного - тройного импульса. Для ЛВ применяли контактные линзы, предназначенные для работы в стекловидном теле: Karikhoff 21 mm и Karikhoff 25 mm off-axis (Ocular, США). В основном использовали методику полного удаления кольца Вейса, редко - метод смещения помутнения СПП с оптической оси путем рассечения шварт и нитей, поддерживающих крупное помутнение [144, 159].

Обязательным условием для выполнения традиционного лазерного витреолизиса кольца Вейса были: жалобы пациентов на зрительный дискомфорт от плавающих помутнений стекловидного тела, наличие безопасного расстояния от кольца Вейса – 3,0 мм и более от сетчатки и задней капсулы хрусталика (ЗКХ) при первичном осмотре, видимость помутнения врачом, прозрачные среды, отсутствие факторов риска снижения зрения (отсутствие воспалительных и дегенеративных, сосудистых изменений) [17, 63, 92].

В послеоперационном периоде назначали негормональные противовоспалительные средства в виде инстилляций сроком на 2 недели.

Наблюдения пациентов после проведения лазерного витреолизиса проводился в следующие плановые периоды: через 30 минут, на следующий день, через 2 недели, через 3, 6, 12 месяцев после лечения. При необходимости пациенты могли обратиться в любой день на внеплановый прием офтальмолога. При последующих осмотрах всем пациентам проводились исследование остроты зрения, внутриглазного давления, ОКТ макулы и ретролентального пространства, ОКТ-ангиография для определения площади тени помутнения, ультразвуковое исследование оперированного глаза.

Выполненные этапы, объем и структура исследований представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Этапы, объем и структура клинических исследований

Этапы клинических исследований	Задача исследования	Объем исследования	
		Количество пациентов (число глаз)	Количество комплексных обследований (число глаз)
1.	Сравнительная оценка безопасности раннего и отсроченного ЛВ по частоте интраоперационных осложнений, сроков проведения ЛВ, количеству сеансов, мощности	966 пациентов (1187 глаз) ретроспективный одномоментный анализ амбулаторных карт	-
2.	Комплексная сравнительная оценка безопасности и клинической эффективности проведения раннего ЛВ по частоте осложнений, клинико-функциональным, объективным параметрам и субъективным ощущениям с группой отсроченного ЛВ и контроля	160 пациентов (160 глаз)	160

2.5. Методы статистической обработки результатов исследования

Статистический анализ выполнялся с использованием программы StatTech v. 4.8.5 (разработчик - ООО "Статтех", Россия) и пакета прикладных программ SPSS Statistics v23.0 (IBM inc., Нью-Йорк, США).

Количественные показатели, выборочное распределение которых соответствовало нормальному, описывались с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD). В качестве меры репрезентативности для средних значений указывались границы 95% доверительного интервала (95% ДИ).

Сравнение двух групп при условии равенства дисперсий выполнялось с помощью t -критерия Стьюдента, при неравных дисперсиях выполнялось с помощью t -критерия Уэлча, для двух связанных выборок использовался парный t -критерий Стьюдента.

Сравнение трех и более групп выполнялось с помощью однофакторного дисперсионного анализа, апостериорные сравнения проводились с помощью критерия Тьюки (при условии равенства дисперсий), критерия Геймса-Хауэлла (при неравных дисперсиях). Для связанных групп применялся однофакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями, статистическая значимость оценивалась с помощью F Фишера, апостериорный анализ проводился с помощью парного t -критерия Стьюдента с поправкой Холма.

В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей ($Q1 - Q3$). Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью U -критерия Манна-Уитни, для связанных групп, использовался критерий Уилкоксона.

Сравнение трех и более групп выполнялось с помощью критерия Краскела-Уоллиса, апостериорные сравнения – с помощью критерия Данна с поправкой Холма, для связанных групп использовался непараметрический критерий Фридмана с апостериорными сравнениями с помощью критерия Коновера-Имана с поправкой Холма.

Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей 95% доверительного интервала для процентных долей рассчитывались по методу Клоппера-Пирсона. Сравнение процентных долей при анализе четырехпольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью точного

критерия Фишера (при значениях минимального ожидаемого явления менее 10). Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия хи-квадрат Пирсона.

Для изучения корреляции между признаками вычислялся коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$, высокозначимыми при $p < 0,001$.

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ОБЪЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ, ЭФФЕКТИВНОСТИ, ПОКАЗАНИЙ К РАННЕМУ ЛАЗЕРНОМУ ВИТРЕОЛИЗИСУ КОЛЬЦА ВЕЙСА

В литературе отсутствуют объективные методы верификации остаточных витреоретинальных контактов с целью диагностики полной ЗОСТ и показаний к проведению раннего лазерного витреолизиса, определения остаточной площади тени от помутнения после каждого сеанса ЛВ для определения необходимости дополнительного лечения.

3.1. Разработка методики верификации остаточных витреоретинальных контактов для безопасного проведения раннего лазерного витреолизиса кольца Вейса.

Способ определения отсутствия/наличия витреоретинальных контактов является важным в связи с безопасностью проведения лазерного витреолизиса кольца Вейса. Метод заключается в следующем: проводят широкопольное ОКТ-сканирование в режиме FullRange Retina, длиной скана 16 мм от фовеа до крайней периферии сетчатки на 360° последовательно в равных 8-и сегментах с поворотом головы в сторону сканирования, определяют наличие витреоретинальных контактов задней гиаловидной мембраны в каждом сегменте по формуле:

$$НВК = 100\% / n\%, \text{ где}$$

НВК – наличие витреоретинальных контактов

n – площадь каждого сегмента с наличием витреоретинальных контактов

и при значении НВК больше 1,0 хотя бы в одном сегменте определяют противопоказания к лазерному витреолизису (Патент на изобретение RU 2846868 от 17.09.2025).

Представляем клинический пример изображения кольца Вейса на фоне частичной ЗОСТ – наличие периферического витреоретинального контакта, что является противопоказанием для проведения раннего витреолизиса (рисунок 5).

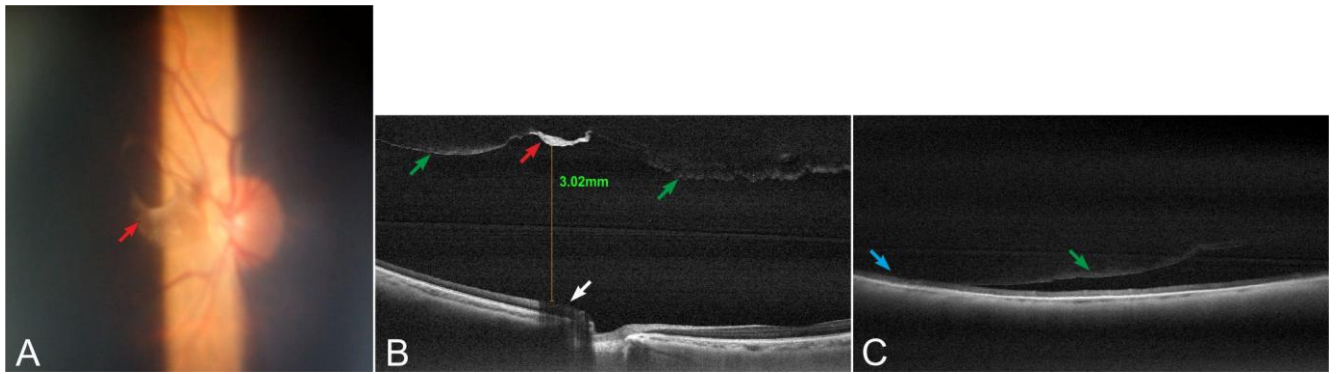


Рисунок 5 – Изображение кольца Вейса на фоне периферического витреоретинального контакта при частичной ЗОСТ. А – фото с видеощелевой лампы, встроенной в YAG-лазер (Uitra Q-Reflex): кольцо Вейса (красная стрелка), В – соответствующий горизонтальный линейный скан: красная стрелка указывает на гиперрефлективное изображение (кольцо Вейса), зеленые – на отслойку ЗГМ, белая – на тень от помутнения; С – линейный скан периферической ОКТ: зеленая стрелка – на участок отслойки ЗГМ, синяя – участок без ЗОСТ (сохраняется витреоретинальный контакт)

Нами были выполнены исследования витреоретинального интерфейса при симптоматических помутнениях у 2214 глаз, по результатам которого наличие витреоретинального контакта ЗГМ было в 1680 глазах: в одном сегменте в 320 глазах, в нескольких сегментах – 1360 глаз; отсутствие контакта – в 534 случаях.

3.2. Разработка метода количественной оценки интенсивности плавающего помутнения для определения показаний к лазерному витреолизису

В настоящее время существует потребность в методах объективной оценки плавающих помутнений стекловидного тела для показаний к раннему витреолизису, выбора тактики ведения.

Метод выявления количественной оценки интенсивности СПП при полной задней отслойке стекловидного тела заключается в следующем: сначала офтальмоскопически выявляют плавающее помутнение стекловидного тела и эхографически в режиме В-сканирования измеряют расстояние от него до сетчатки, проводят ОКТ-ангиографию сетчатки, определяют показатели площади

артефактной тени от СПП на сетчатке и ее интенсивности как средней интенсивности пикселей ОКТ-скана в области тени, инвертированной относительно интенсивности изображения шкалы серого. Рассчитывается коэффициент интенсивности помутнения стекловидного тела (ИПСТ), по формуле:

$$\text{ИПСТ} = S_{\text{sh}} \times I_{\text{sh}} / R_{\text{sh}}, \text{ где}$$

ИПСТ – коэффициент интенсивности помутнения стекловидного тела,

R_{sh} – расстояние от СПП до сетчатки,

S_{sh} – площадь артефактной тени от СПП на сетчатке,

I_{sh} – интенсивность помутнения артефактной тени от СПП на сетчатке

и при значении ИПСТ равном и более 1321 определяют показания к лазерному витреолизису симптоматического плавающего помутнения (Патент RU 2836531 С2, 17.03.2025).

Для расчета интенсивности тени помутнения по типу кольца Вейса применяется разработанная нами программа (Свидетельство ПрЭВМ №2024681369 от 18.07.2024), результат представлен на рисунке 6.

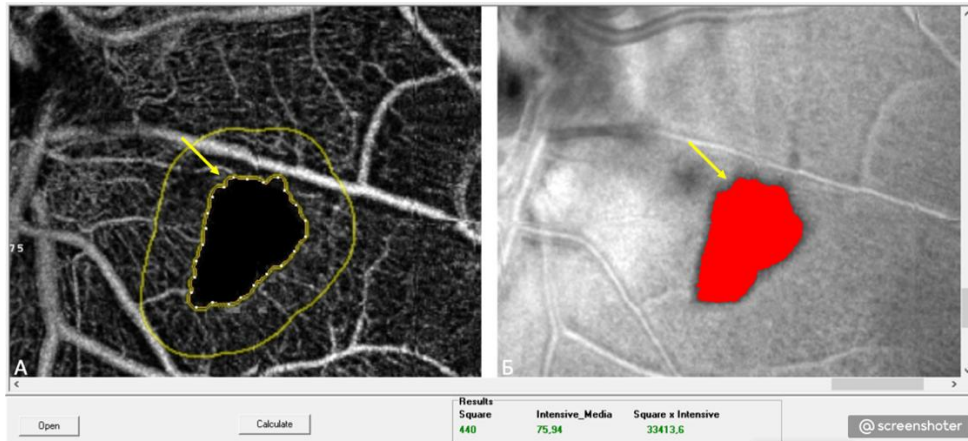


Рисунок 6 – Определение интенсивности артефактной тени от помутнения по типу кольца Вейса с помощью программного обеспечения по ПрЭВМ №2024681369 (пациент С, 68 лет). А – ОКТ-ангиография (томограф SD OCT SOLIX, Optovue, США): определение площади тени помутнения, желтая стрелка указывает на кольцо Вейса, Б – SLO-изображение кольца Вейса (томограф SD OCT SOLIX, Optovue, США): желтая стрелка указывает на кольцо Вейса, красная область – площадь плавающего помутнения по типу кольца Вейса. Нижняя панель: Results Square – площадь помутнения (440), Intensive_Media – интенсивность помутнения (75,94), Square*Intensive = произведение площади и интенсивности плавающего помутнения (33413,6).

Нами был проведен анализ 176 сканов ОКТ – ангиографии в пласте En Face Retina, полученных на томографе SD OCT SOLIX (Optovue, США). Анализ включал две категории пациентов с плавающими помутнениями: подлежащие лазерному витреолизису плавающих помутнений и неподлежащие лазерному лечению, то есть направленные на адаптацию и динамическое наблюдение.

Проведенный анализ коэффициента ИПСТ в зависимости от группы исследования адаптация/операция, показал статистическую значимость полученной модели. Чувствительность и специфичность модели составили 67,0 % и 90,6 %, соответственно.

3.3. Разработка метода оценки эффективности лечения на основе определения коэффициента остаточной тени помутнения (КОТП) на сетчатке после витреолизиса

Методика диагностики коэффициента остаточной тени помутнения необходима для определения эффективности проведенного сеанса лазерного витреолизиса и решения дальнейшей тактики ведения пациента при наличии остаточной тени от помутнения. Методика определения КОТП: пациентам с кольцом Вейса до и после лазерного витреолизиса в проекции плавающего помутнения проводилась ОКТ-ангиография в режиме HD Angio Retina. Определяли соотношение площади фовеальной аваскулярной зоны (FAZ) после ЛВ и до лечения и вычисляли коэффициент остаточной тени (КОТП) по формуле:

$$\text{КОТП} = S_2 / S_1 \times 100\%, \text{ где}$$

S_2 – площадь тени помутнения после лазерного витреолизиса;

S_1 – площадь тени помутнения до лазерного витреолизиса.

При полном отсутствии тени от СПП лазерный витреолизис оценивали как эффективный, при значениях КОТП, равном 10 % и менее – как удовлетворительный, от 11 до 30 % – как частично удовлетворительный, более 31 % – как неэффективный (Патент на изобретение RU 2846835 от 17.09.2025).

Для определения эффективности лазерного витреолизиса нами проведен анализ результатов исследования взаимосвязи субъективной оценки удовлетворенности и изменения площади артефактных теней от плавающих помутнений стекловидного тела до и после лазерного витреолизиса (первого сеанса лечения) с помощью ОКТ-ангиографии в режиме HD Angio Retina у 115 пациентов (115 глаз), который показал следующие результаты:

1. отсутствие артефактной тени на сканах ОКТ-ангиографии после лечения соответствовал ($KOTП = 0$) оценке «эффективный» – 79 пациентов (68,7%), пример представлен на рисунке 7;
2. наличие остаточной тени от помутнения на 10% и менее ($KOTП \leq 10\%$) - «удовлетворительный» - 27 пациентов (23,5%);
3. выявление тени от 11 – 30% ($30\% \geq KOTП \geq 11\%$) - «частично удовлетворительный» – 8 пациентов (6,9%), пациенты направлены на дополнительный лазерный витреолизис;
4. сохранение тени от 31% и более ($KOTП \geq 31$) – «неэффективный» – 1 пациент (0,9%), пациент направлен на витрэктомия.

Определение коэффициента остаточной тени имеет большое практическое значение: при результате «эффективный», пациенты довольны результатом (субъективная оценка 5 баллов удовлетворенности по пятибалльной качественной шкале), при «удовлетворительный» - пациенты удовлетворены результатом (оценка 4 балла), редко желают повторного лазерного витреолизиса; «частично удовлетворительный» (оценивается в 3-2 балла), имеются показания к дополнительному сеансу ЛВ, при неэффективный (1 балл) – пациентам предлагается повторный сеанс лазерного витреолизиса или по показаниям – витрэктомия.

Результат «эффективного» выполнения раннего лазерного витреолизиса, когда произошла полная вапоризация симптоматического плавающего помутнения по типу кольца Вейса представлен на рисунке 7.

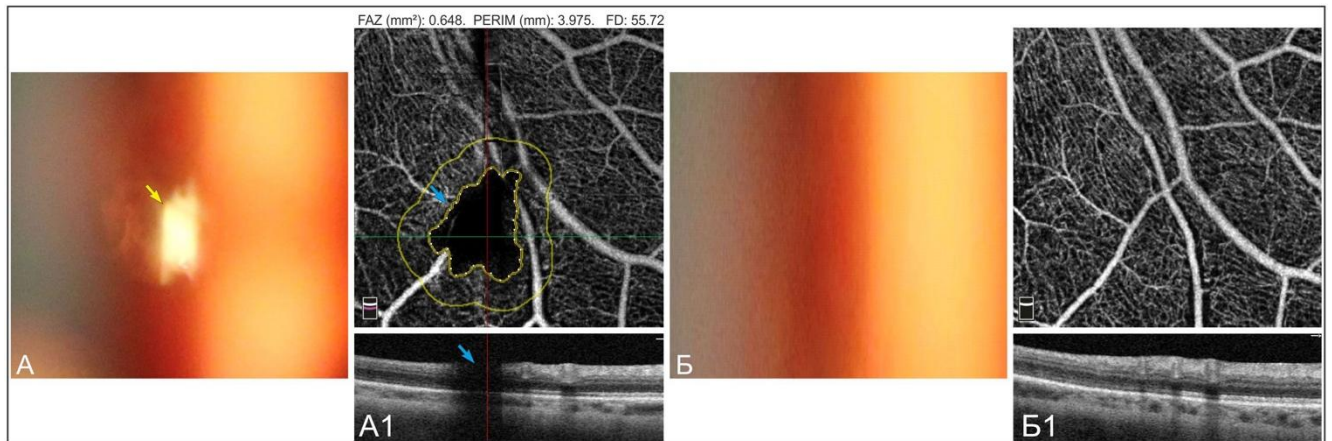


Рисунок 7 – Изображение стекловидного тела с плавающим помутнением и его ретиальной тени до и после раннего лазерного витреолизиса (пациент М., 61 год). А – фото цветное с видеооцелевой лампы, встроенной в YAG-лазер (Uitra Q-Reflex): крупное диффузное помутнение стекловидного тела (желтая стрелка); А1 – скан ОКТА: на уровне внутренней пограничной мембраны (поверхностное внутреннее сосудистое сплетение) определяется артефактная тень площадью $0,648 \text{ мм}^2$ в виде ложной зоны неперфузии (синяя стрелка), проецирующаяся на все структуры сетчатки (кросс-секционный скан снизу), соответствующая проекции помутнения; Б, Б1: состояние после лазерного витреолизиса: Б – фотография цветная: отсутствие помутнения; Б1 – скан ОКТА: отсутствие тени плавающего помутнения и его артефактной тени (соответствует КОТП = 0, оценка «эффективный»).

3.4. Методика определения показаний к раннему лазерному витреолизису при симптоматических плавающих помутнениях в виде кольца Вейса

Разработаны показания к проведению лазерного витреолизиса в ранние сроки после полной ЗОСТ для уменьшения длительности сроков страдания пациентов от симптоматических плавающих помутнений по типу кольца Вейса. При этом важно, чтобы показания включали как субъективные, так и объективные количественные показатели.

Способ определения показаний к раннему лазерному витреолизису при симптоматических плавающих помутнениях в виде кольца Вейса, включает: субъективную оценку зрительных нарушений в виде 4 и более баллов по 10-ти балльной системе зрительного дискомфорта [193, 199], полную ЗОСТ, расстояние от помутнения до сетчатки и задней капсулы хрусталика $\geq 3 \text{ мм}$, коэффициент интенсивности помутнения ≥ 1321 , наличие тени от кольца Вейса на сетчатке в макулярной области, отсутствие дегенеративных и воспалительных заболеваний

сетчатки, необходимость хорошего профессионального зрения (Патент на изобретение RU 2843444 от 14.07.2025).

Нами были проведены исследования на 1187 глазах с плавающими помутнениями стекловидного тела типа кольца Вейса, учитывая комплекс объективных и субъективных показателей, вследствие которых на 355 глазах был проведен ранний витреолизис (453 сеанса лечения), при этом наблюдалось одно (0,22 %) осложнение (субретинальное точечное кровоизлияние легкой степени).

3.5. Разработка автоматической программы расчета показаний к раннему витреолизису кольца Вейса

В связи с представленными результатами комплексного обследования и корреляционного анализа, нами разработаны показания для проведения раннего ЛВ, представленные в данной главе – 3.1.4. и получен Патент РФ на изобретение (Патент № 2843444 от 14.07.2025).

На основе разработанных показаний создана автоматическая программа расчета показаний к раннему витреолизису для практического применения: <https://centrzreniya.ru/calculator/> (Свидетельство о государственной регистрации ПрЭВМ №2025669182 от 23.07.2025) «Калькулятор показаний к раннему лазерному витреолизису при симптоматических плавающих помутнениях в виде кольца Вейса» (рисунок 8).

Калькулятор показаний к раннему лазерному витреолизису при симптоматических плавающих помутнениях в виде кольца Вейса	Калькулятор показаний к раннему лазерному витреолизису при симптоматических плавающих помутнениях в виде кольца Вейса
Субъективная оценка зрительных нарушений 5	Субъективная оценка зрительных нарушений 3
Расстояние от кольца Вейса до сетчатки ☐ < 3,0мм ☒ ≥ 3,0мм	Расстояние от кольца Вейса до сетчатки ☐ < 3,0мм ☒ ≥ 3,0мм
Расстояние от кольца Вейса до хрусталика ☐ < 3,0мм ☒ ≥ 3,0мм	Расстояние от кольца Вейса до хрусталика ☐ < 3,0мм ☒ ≥ 3,0мм
Наличие тени на сетчатке от кольца Вейса в макулярной области ☐ Нет ☒ Есть	Наличие тени на сетчатке от кольца Вейса в макулярной области ☐ Нет ☒ Есть
Расчет ИПСТ (индекса помутнений стекловидного тела) ☐ < 1321 ☒ ≥ 1321	Расчет ИПСТ (индекса помутнений стекловидного тела) ☒ < 1321 ☐ ≥ 1321
Профессиональная необходимость в высоком зрении ☐ Нет ☒ Есть	Профессиональная необходимость в высоком зрении ☒ Нет ☐ Есть
Наличие факторов риска снижения зрения некомпенсированная глаукома, офтальмогипертензия, возрастная макулярная дегенерация, диабетическая ангиоретинопатия, увеит, макулярный отек и т.д. ☐ Есть ☒ Нет	Наличие факторов риска снижения зрения некомпенсированная глаукома, офтальмогипертензия, возрастная макулярная дегенерация, диабетическая ангиоретинопатия, увеит, макулярный отек и т.д. ☐ Есть ☒ Нет
Рассчитать показания	Рассчитать показания
Результат: Есть показание к раннему витреолизису	Результат: Нет показания к раннему витреолизису
А	Б

Рисунок 8 – Калькулятор показаний к раннему лазерному витреолизису при симптоматических плавающих помутнениях в виде кольца Вейса. Примеры результатов: А – наличие показаний к раннему витреолизису, Б – отсутствие показаний к лазерному витреолизису.

Данная программа включает следующие пункты, которые необходимо заполнить:

- **субъективная оценка зрительных нарушений** – заполняется ячейка, где необходимо вставить баллы от 1 до 10 баллов.

Примечание: субъективная оценка зрительных нарушений (жалобы на зрительный дискомфорт) оцениваются по 10-ти балльной системе зрительного дискомфорта [193, 199], где 0 баллов - отсутствие жалоб, 10 баллов – изнурительные выраженные жалобы на помутнения, при этом показанием к раннему лазерному витреолизису является значение 4 балла и выше.

- **расстояние от кольца Вейса до сетчатки**, измеренное с помощью В-сканирования УЗИ глаз, в ячейке необходимо указать полученное расстояние:

- $< 3,0$ мм
- $\geq 3,0$ мм

Примечание: показание к раннему лазерному витреолизису составляет расстояние не менее 3,0 мм от кольца Вейса до сетчатки по инструкции от производителя и данным литературы [1, 17, 63].

- **расстояние от кольца Вейса до хрусталика**, измеренное с помощью В-сканирования УЗИ глаз надо указать в ячейке:

- $< 3,0$ мм
- $\geq 3,0$ мм

Примечание: показание для проведения лазерного витреолизиса по данным инструкции от производителя и литературы составляет расстояние не менее 3,0 мм от задней капсулы хрусталика до помутнения [17, 63, 199].

- **наличие тени на сетчатке от кольца Вейса в макулярной области**
Полученные данные исследования указать в ячейке:

- есть
- нет

Примечание: локализация тени плавающего помутнения в макулярной зоне определяется с помощью SLO или ОКТ-ангиографии на SD OCT SOLIX, Optovue, США при прямой фиксации взгляда и отсутствии моргания в течение 2 сек. [38, 96]: проводится сканирование в программе Angio Retina с применением режима SLO просмотра изображения и выявлением тени от плавающего помутнения стекловидного тела с определением наличия / отсутствия локализации в макулярной области;

- **расчет ИПСТ** (коэффициента интенсивности помутнения стекловидного тела). Результаты расчета коэффициента ИПСТ необходимо указать в ячейке:

- ≥ 1321
- < 1321

Примечание: Расчет ИПСТ (коэффициент интенсивности помутнения стекловидного тела) проводится согласно данным (Патент на изобретение RU 2836531 от 17.03.2025), при расчете которого применена программа для ЭВМ (Свидетельство о государственной регистрации ПрЭВМ №2024681369 от 18.07.2024). При отсутствии программы можно загрузить необходимый снимок ОКТ на почту: mushkam-net@mail.ru для расчета ИПСТ и получить результаты исследования. Показанием для раннего витреолизиса является значение ИПСТ ≥ 1321 .

- профессиональная необходимость в высоком зрении – указать в ячейке:

- есть
- нет

Примечание: в высоком профессиональном зрении нуждаются многие, но особенно: водители, пилоты, программисты и т.п. [25, 37].

- наличие факторов риска снижения зрения необходимо указать в ячейке:

- есть
- нет

Примечание: факторы риска включают некомпенсированную глаукому, офтальмогипертензию, возрастную макулярную дегенерацию, диабетическую ангиоретинопатию, увеит, макулярный отек и т.д., которые могут способствовать ухудшению зрения и должны отсутствовать при проведении раннего лазерного витреолизиса.

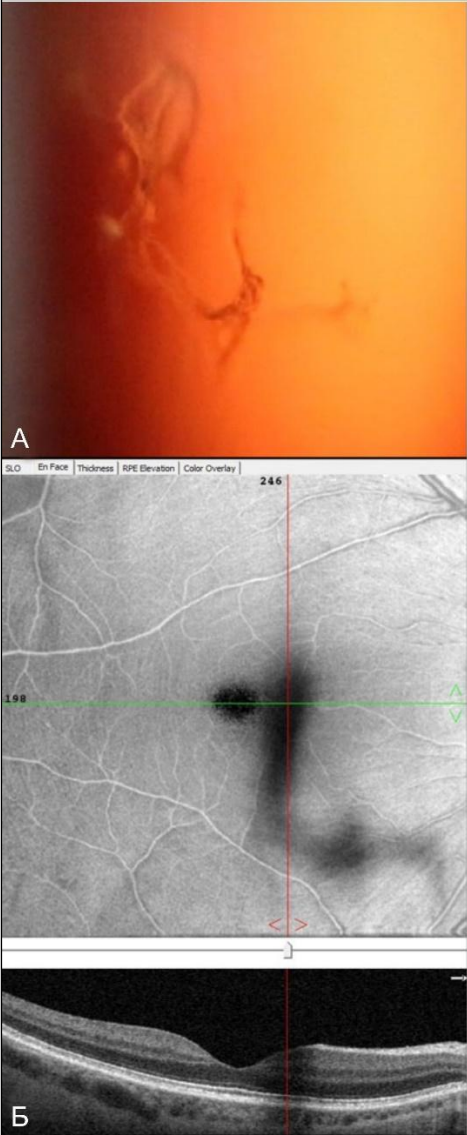
Таким образом, автоматическая программа «Калькулятор показаний к раннему лазерному витреолизису при симптоматических плавающих помутнениях в виде кольца Вейса» позволяет провести расчет наличия или отсутствия показаний к проведению раннего лазерного витреолизиса плавающих помутнений стекловидного тела по типу кольца Вейса.

Представляем клинические примеры.

Клинический пример 1.

Пациент А, 48 лет, обратился в клинику с жалобами на изнурительное плавающее помутнение перед правым глазом в течение 8 дней, которое мешает ему водить автомобиль, и практически выполнять профессиональную работу водителя. Проведено обследование пациента.

Vis OD = 1,0; P₀ = 17 мм рт. ст. Передние отделы без изменений. Глазное дно: диск зрительного нерва бледно-розовый, границы четкие. Ход и калибр сосудов не изменены. Проведен опрос пациента по 10-балльной шкале, по результатам которого субъективная оценка зрительных нарушений (жалобы на зрительный дискомфорт) у пациента была равна 10 баллам. Во время офтальмоскопии выявили плотное кольцо Вейса. Проведено ультразвуковое исследование, на котором выявлена полная ЗОСТ и измерено расстояние от поверхности сетчатки до плавающего помутнения, которое составило 3,2 мм, до хрусталика – 13,4 мм. При ОКТ-сканировании в программе Angio Retina с применением режима SLO изображения сетчатки определили наличие локализации тени в макулярной области, с помощью анфас-скана ОКТ-ангиографии и программного обеспечения Angio Analytics рассчитали в автоматическом режиме коэффициент интенсивности помутнения стекловидного тела – ИПСТ = 6482 (пороговое значение 1321). Клинически и офтальмоскопически у пациента не выявлены другие заболевания глаз – отсутствовали факторы риска, такие как воспалительные и дегенеративные заболевания глаз. Пациент по профессии является водителем, нуждается в высоком качестве зрения. С помощью программы «Калькулятор показаний к раннему лазерному витреолизису при симптоматических плавающих помутнениях в виде кольца Вейса» провели автоматический расчет, представленный на рис. 9.



A

Б

Калькулятор показаний к раннему лазерному витреолизису при симптоматических плавающих помутнениях в виде кольца Вейса

Субъективная оценка зрительных нарушений

Расстояние от кольца Вейса до сетчатки

☐ < 3,0мм

☒ ≥ 3,0мм

Расстояние от кольца Вейса до хрусталика

☐ < 3,0мм

☒ ≥ 3,0мм

Наличие тени на сетчатке от кольца Вейса в макулярной области

☐ Нет

☒ Есть

Расчет ИПСТ (индекса помутнений стекловидного тела)

☐ < 1321

☒ ≥ 1321

Профессиональная необходимость в высоком зрении

☐ Нет

☒ Есть

Наличие факторов риска снижения зрения
некомпенсированная глаукома, офтальмогипертензия, возрастная макулярная дегенерация, диабетическая ангиоретинопатия, увеит, макулярный отек и т.д.

☐ Есть

☒ Нет

Рассчитать показания

Результат: Есть показание к раннему витреолизису

Рисунок 9 – Калькулятор показаний к раннему лазерному витреолизису кольца Вейса пациента А, 48 лет. А – цветная фотография кольца Вейса с видеощелевой лампы, встроенной в YAG-лазер (Ultra Q Reflex), Б – ОКТ-скан тени кольца Вейса в макулярной области (томограф SD OCT SOLIX, Optovue, США), В – результат расчета на калькуляторе показаний к раннему витреолизису: «Есть показание к раннему витреолизису».

По результатам всех обследований и данных результата калькулятора было решено провести лазерный витреолизис в ранние сроки (8 дней) после появления кольца Вейса. Во время лазерного витреолизиса удалось полностью испарить кольцо Вейса, операция прошла без осложнений. Пациент осмотрен через 30 минут, затем через сутки после лазерного витреолизиса – кольцо Вейса не беспокоило, пациент удовлетворен результатом. При офтальмоскопии фрагментов

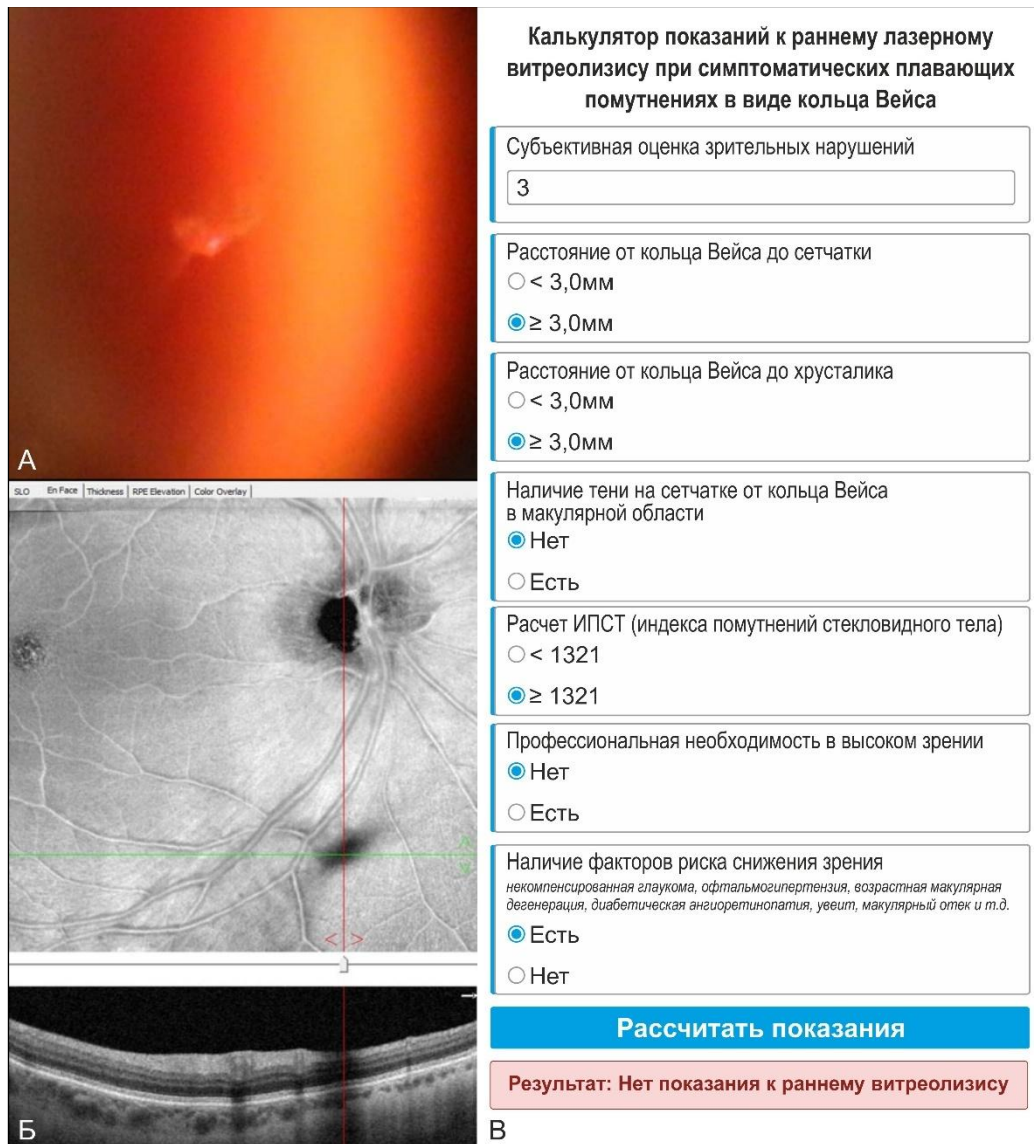
плавающего помутнения выявлено не было, при ОКТ-ангиографии тень от помутнения не определялась. При последующем динамическом наблюдении осложнений после проведенного витреолизиса не зафиксировано.

Клинический пример 2.

Пациентка 3, 65 лет, обратилась в клинику с жалобами на появление периодического плавающего помутнения правого глаза в течение 32 дней. Проведено обследование.

Vis OD = 0,4 shp -1,5 = 1,0; P₀ = 18 мм рт. ст. Передние отделы без изменений. Оптические среды прозрачны. Глазное дно: диск зрительного нерва бледно-розовый, границы четкие, ЭД 0,3. Ход и калибр сосудов не изменены. При офтальмоскопии выявлено плавающее помутнение в виде кольца Вейса. Проведен опрос пациента по 10-балльной шкале, по результатам которого субъективная оценка зрительных нарушений у пациентки составила 3 балла. Проведенное ультразвуковое исследование выявило полную ЗОСТ, расстояние от кольца Вейса до поверхности сетчатки составило 4,2 мм, до хрусталика – 13,5 мм. Провели ОКТ-сканирование сетчатки и определили отсутствие локализации тени в макулярной области, с помощью анфас скана ОКТ-ангиографии и программного обеспечения Angio Analytics рассчитали в автоматическом режиме и определили коэффициент интенсивности помутнения стекловидного тела, равный 1978 (пороговое значение 1321). Клинически и при обследовании у пациентки выявлено другое заболевание глаза (возрастная макулярная дегенерация), воспалительные состояния отсутствовали. Пациентка не работает.

С помощью программы «Калькулятор показаний к раннему лазерному витреолизису при симптоматических плавающих помутнениях в виде кольца Вейса» провели автоматический расчет, представленный на рис. 10.



Калькулятор показаний к раннему лазерному витреолизису при симптоматических плавающих помутнениях в виде кольца Вейса

Субъективная оценка зрительных нарушений

Расстояние от кольца Вейса до сетчатки
☐ < 3,0мм
☒ ≥ 3,0мм

Расстояние от кольца Вейса до хрусталика
☐ < 3,0мм
☒ ≥ 3,0мм

Наличие тени на сетчатке от кольца Вейса в макулярной области
☒ Нет
☐ Есть

Расчет ИПСТ (индекса помутнений стекловидного тела)
☐ < 1321
☒ ≥ 1321

Профессиональная необходимость в высоком зрении
☒ Нет
☐ Есть

Наличие факторов риска снижения зрения
некомпенсированная глаукома, офтальмогипертензия, возрастная макулярная дегенерация, диабетическая ангиоретинопатия, увеит, макулярный отек и т.д.
☒ Есть
☐ Нет

Рассчитать показания

Результат: Нет показания к раннему витреолизису

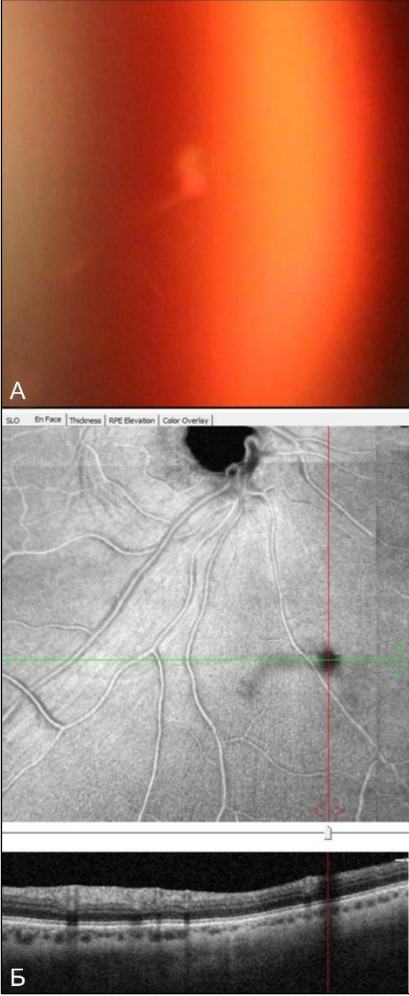
Рисунок 10 – Калькулятор показаний к раннему лазерному витреолизису кольца Вейса пациентки 3, 65 лет. А – цветное изображение кольца Вейса с видеоцелевой лампы, встроенной в YAG-лазер (Ultra Q Reflex), Б – изображение кольца Вейса (томограф SD OCT SOLIX, Optovue, США), В – результат расчета на калькуляторе показаний к раннему витреолизису: «Нет показаний к раннему витреолизису».

По результатам данных калькулятора было принято решение об отказе от проведения раннего лечения методом лазерного витреолизиса кольца Вейса в ранние сроки (32 дня) после появления симптоматического помутнения, рекомендовано динамическое наблюдение в плановом порядке через 3 мес., при ухудшении состояния глаз – обращение к офтальмологу немедленно.

Клинический пример 3.

Пациентка К, 69 лет. Обратилась к офтальмологу в клинику с жалобами на периодическое появление плавающего помутнения перед правым глазом при ярком свете в течение 35 дней. Vis OD = 1,0; P₀ = 17 мм рт. ст. Передние отделы без изменений. Глазное дно: диск зрительного нерва бледно-розовый, границы четкие. Ход и калибр сосудов не изменены. Проведен опрос пациента по 10-балльной шкале, по результатам которого субъективная оценка зрительных нарушений у пациента была равна 2 балла. Согласно проведенному ультразвуковому исследованию глаз выявлено отсутствие полной ЗОСТ, сохранение прилегания задней гиалоидной мембраны в нижнем сегменте правого глаза, расстояние от плавающего помутнения до сетчатки – 5,7 мм, до хрусталика – 12,6 мм. Провели ОКТ- сканирование сетчатки и определили наличие локализации тени от помутнения вне макулярной области, с помощью анфас скана ОКТ-ангиографии и программного обеспечения Angio Analytics рассчитали в автоматическом режиме коэффициент интенсивности помутнения стекловидного тела, равный 215 (пороговое значение 1321). Клинические исследования не выявили другие факторы риска в виде воспалительных и дегенеративных заболеваний. Пациентка не работает, не требовательна к высокому качеству зрения, связанного с профессией.

С помощью программы «Калькулятор показаний к раннему лазерному витреолизису при симптоматических плавающих помутнениях в виде кольца Вейса» провели автоматический расчет, представленный на рисунке 11.



Калькулятор показаний к раннему лазерному витреолизису при симптоматических плавающих помутнениях в виде кольца Вейса

Субъективная оценка зрительных нарушений

Расстояние от кольца Вейса до сетчатки
☐ < 3,0мм
☒ ≥ 3,0мм

Расстояние от кольца Вейса до хрусталика
☐ < 3,0мм
☒ ≥ 3,0мм

Наличие тени на сетчатке от кольца Вейса в макулярной области
☒ Нет
☐ Есть

Расчет ИПСТ (индекса помутнений стекловидного тела)
☒ < 1321
☐ ≥ 1321

Профессиональная необходимость в высоком зрении
☒ Нет
☐ Есть

Наличие факторов риска снижения зрения
некомпенсированная глаукома, офтальмогипертензия, возрастная макулярная дегенерация, диабетическая ангиоретинопатия, увеит, макулярный отек и т.д.
☐ Есть
☒ Нет

Рассчитать показания

Результат: Нет показаний к раннему витреолизису

Рисунок 11 – Калькулятор показаний к раннему лазерному витреолизису кольца Вейса пациентки К, 69 лет. А – цветное изображение кольца Вейса с видеоцелевой лампы, встроенной в YAG-лазер (Ultra Q Reflex), Б – изображение кольца Вейса (томограф SD OCT SOLIX, Optovue, США), В – результат расчета на калькуляторе показаний к раннему витреолизису: «Нет показаний к раннему витреолизису».

По результатам всех обследований показаний для проведения раннего лазерного витреолизиса кольца Вейса в ранние сроки после завершения ЗОСТ нет. Пациентке рекомендован плановый осмотр через 3 мес., при ухудшении состояния - немедленно обратиться к офтальмологу.

Таким образом, представленные клинические примеры разработанной автоматической программы позволяют оптимизировать показания к проведению раннего лазерного витреолизиса в сроки до 3 мес. у пациентов с симптоматическими плавающими помутнениями по типу кольца Вейса.

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В данной главе изучена безопасность и клиническая эффективность раннего ЛВ путем анализа частоты осложнений, клинико-функциональных, объективных морфометрических и субъективных ощущений с оценкой статистически значимых различий и корреляционной связи между изучаемыми показателями в сравнительном аспекте с отсроченным (традиционным) витреолизисом и контрольной группой, научное обоснование показаний к раннему лазерному витреолизису симптоматических плавающих помутнений по типу кольца Вейса на фоне полной ЗОСТ.

Для определения безопасности проведения раннего лазерного витреолизиса проведен комплекс исследований: частоты интраоперационных и послеоперационных осложнений; уровня внутриглазного давления (ВГД); объективных морфометрических параметров: биометрии хрусталика, фовеальной и парафовеальной толщины сетчатки. Клиническая эффективность определялась по следующим показателям: функциональному – максимальной корригированной остроте зрения (МКОЗ); объективному – коэффициенту остаточной площади тени помутнения (КОТП) на сетчатке после каждого сеанса лазерного витреолизиса; субъективным: оценке качества жизни по опроснику симптомов плавающих помутнений стекловидного тела VFSQ-13 [137], оценке жалоб на зрительный дискомфорт по 10-балльной шкале самооценки [193, 199] до и после проведения лазерного витреолизиса в динамике; оценка удовлетворенности лазерного лечения проводилась на основе пятиуровневой качественной шкалы [83, 137, 200]. Определена корреляционная зависимость между изучаемыми параметрами по Спирмену.

Анализ благоприятного исхода из общего количества 1532 сеансов (1187 глаз) лазерного витреолизиса составил 99,67%: при раннем ЛВ – 99,78% (рисунок 12), при отсроченном ЛВ – 99,63% (рисунок 13).

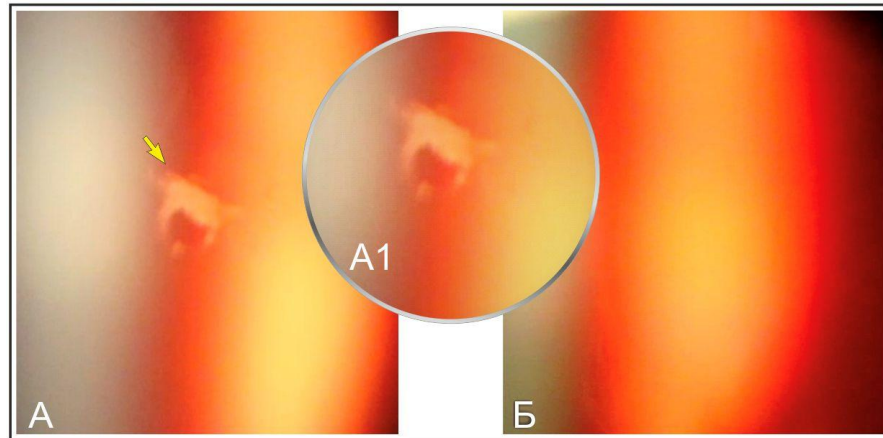


Рисунок 12 - Изображения стекловидного тела в динамике до и после успешного раннего ЛВ (пациент В, 59 лет). А, А1 – состояние СТ до лечения: желтая стрелка указывает на плавающее помутнение по типу кольца Вейса; Б – состояние СТ после лазерного витреолизиса: отсутствует кольцо Вейса.

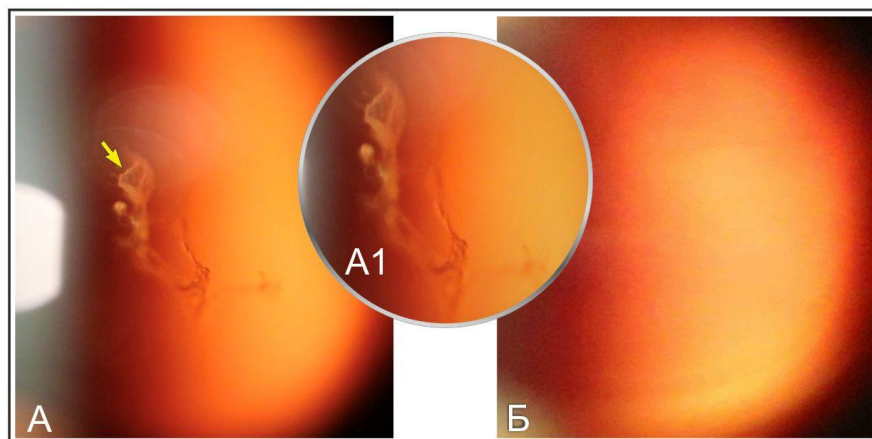


Рисунок 13 - Изображения стекловидного тела в динамике до и после успешного отсроченного ЛВ (пациент Ш, 63 года). А, А1 – состояние СТ до лечения: желтая стрелка указывает на плавающее помутнение по типу кольца Вейса; Б – состояние СТ после лазерного витреолизиса: отсутствует кольцо Вейса.

4.1. Оценка безопасности раннего витреолизиса в сравнительном аспекте с группой отсроченного лазерного витреолизиса и контроля

Проведен анализ количества интраоперационных и послеоперационных осложнений на этапах ретроспективного и проспективного исследований.

Интраоперационные осложнения

Выявлено, что интраоперационные осложнения наблюдались в 5 (0,33%) случаях при ретроспективном анализе из общего количества проведенных 1532 сеансов лазерного витреолизиса (1187 глаз), тогда как в проспективных исследованиях 130 сеансов (107 глаз) отсутствовали.

Проведена сравнительная оценка интраоперационных осложнений среди всех сеансов лазерного витреолизиса в двух исследуемых группах: при раннем ЛВ (453) и отсроченном ЛВ (1079). Результаты представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Сравнительная частота интраоперационных осложнений в исследуемых группах ретроспективного анализа

Осложнения	Ранний ЛВ абс. число (%)	Отсроченный ЛВ абс. число (%)	p- value
Без осложнений	452 (99,78)	1075 (99,63)	1,0
Всего осложнений	1 (0,22)	4 (0,37)	
из них: - субретинальное кровоизлияние	1 (0,22)	3 (0,28)	1,0
- дисцизия фиброзированной задней капсулы при артифакии	0 (0)	1 (0,09)	1,0

Примечание: статистическая значимость различий оценена с помощью критерия Фишера

Анализ данных таблицы 10 показывает, что при раннем витреолизисе выявлена минимальная частота интраоперационных осложнений – 0,22 % в связи с одним случаем субретинального кровоизлияния по сравнению с количеством осложнений при отсроченном витреолизисе (3 субретинальных кровоизлияния, 1 дисцизия задней капсулы при артифакии) – 0,37 %, но не достигающей статистической значимости ($p = 1,0$).

Представляем пример интраоперационного осложнения в группе раннего витреолизиса в виде еле заметной субретинальной геморрагии (рисунок 14).

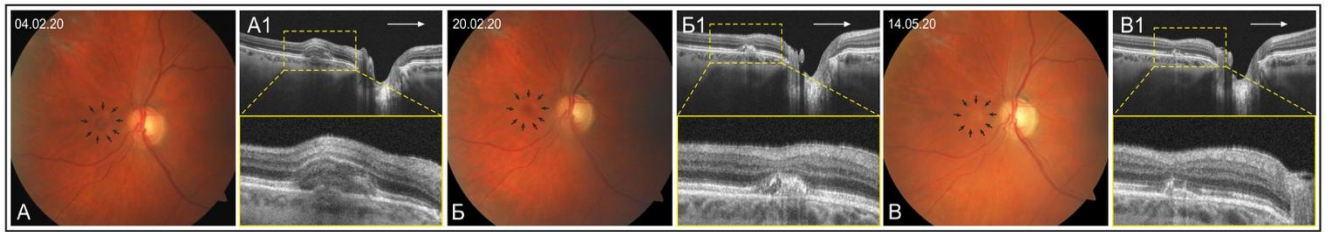


Рисунок 14 – Динамика состояния сетчатки при субретиальном кровоизлиянии в группе раннего ЛВ (пациентка Ш., 64 года). А – фотография цветная (Clarus 500): еле заметное субретиальное кровоизлияние (04.02.2020), А1 – горизонтальный скан ОКТ в режиме Line: определяется субретиальное кровоизлияние; Б – Б1(20.02.2020), В – В1 (14.05.2020): соответствующие изображения в динамике.

Как видно из рисунка 14, интраоперационная субретиальная геморрагия была легкой степени, в связи с этим жалоб пациент не предъявлял. При обследовании через 16 дней, 3 мес. выявлена положительная динамика при офтальмоскопии и на линейных сканах при ОКТ исследовании.

Пример интраоперационного осложнения в группе отсроченного ЛВ в виде более выраженной субретиальной геморрагии представлен на рисунке 15.

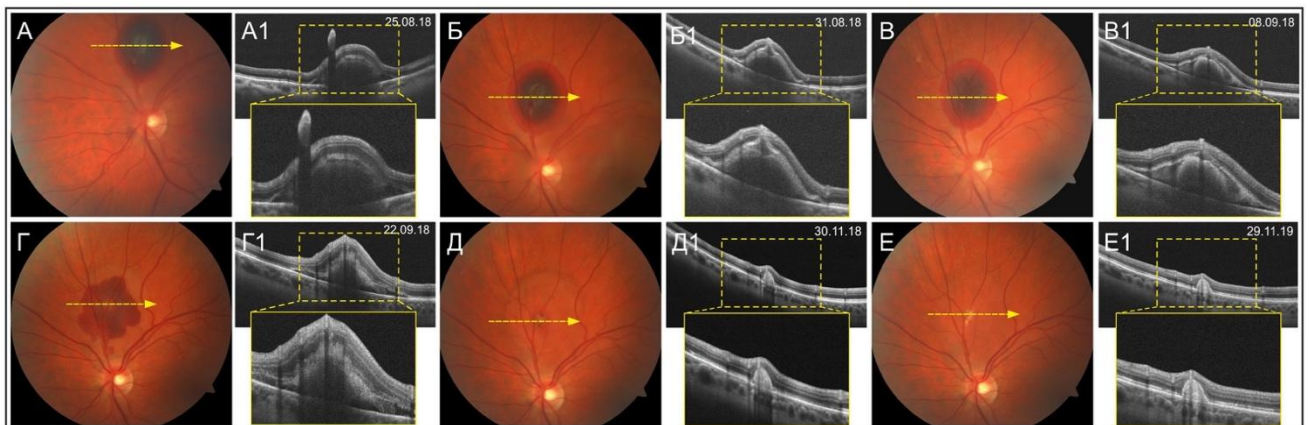


Рисунок 15 – Динамика состояния сетчатки при субретиальном кровоизлиянии в группе отсроченного ЛВ (пациентка С., 58 лет). А – фото цветное: субретиальное кровоизлияние с точечным преретиальным кровоизлиянием (25.08.2018), А1 – горизонтальный скан ОКТ в режиме Line: определяется субретиальное кровоизлияние; Б–Б1 (31.08.2018), В–В1 (08.09.2018), Г–Г1 (22.09.2018), Д–Д1 (30.11.2018), Е–Е1 (29.11.2019): соответствующие изображения в динамике.

Из рисунка 15 видно, что в динамике после появления субретинальных кровоизлияний сетчатки состояние пациентов улучшилось. Клинически через 1 месяц жалобы пациентка не предъявляла, объективные исследования (широкопольное фотографирование, широкоугольное ОКТ-сканирование, ультразвуковое В-сканирование) показали стабилизацию состояния витреоретинального интерфейса и всех слоев сетчатки.

Проведено исследование частоты сеансов лазерного витреолизиса в ретроспективной группе (таблица 11).

Таблица 11 – Частота сеансов лазерного витреолизиса в исследуемых группах ретроспективного исследования

Количество операций	Ранний ЛВ абс. число (%)	Отсроченный ЛВ абс. число (%)	p
1	288 (81,1%)	643 (77,3%)	0,115
2	44 (12,4%)	148 (17,8%)	
3	17 (4,8%)	31 (3,7%)	
4	5 (1,4%)	5 (0,6%)	
5	0 (0,0%)	3 (0,4%)	
6	1 (0,3%)	2 (0,2%)	
Всего	453 (100%)	1079 (100%)	

Как видно из таблицы 11, отсутствует статистическая значимость при сравнении частоты сеансов в двух исследуемых группах. Следует отметить, что в группах раннего и отсроченного ЛВ преобладал один сеанс ЛВ (81,1% и 77,3%, соответственно), наименьшее количество в обеих группах составили 4–6 сеансов.

Анализ ретроспективных исследований в группах раннего и отсроченного витреолизиса показал следующие параметры проведения лазерного витреолизиса: общее количество импульсов (7 – 491; 11- 548, соответственно), максимальная суммарная энергия одной процедуры лечения (3433 мДж и 3578 мДж, соответственно), энергия в импульсе от 3,5 до 7 мДж – в обеих группах.

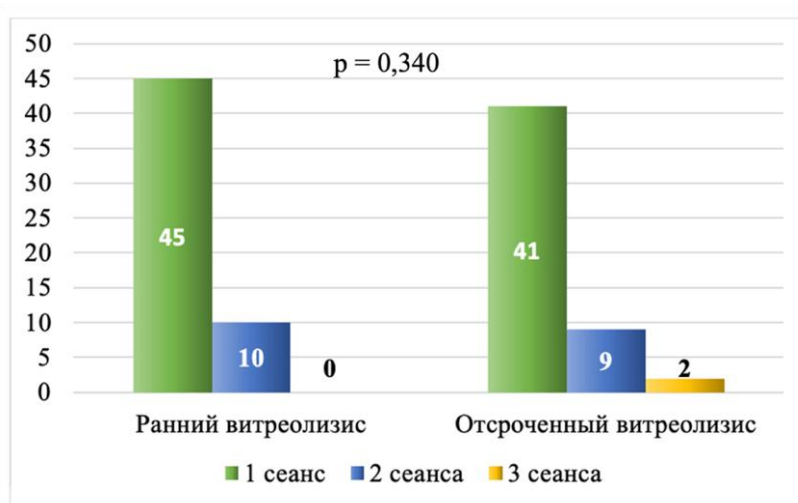
Результаты проспективного исследования показали отсутствие интраоперационных осложнений. Представляем результаты параметров лазерного воздействия в группах раннего и отсроченного ЛВ в проспективном исследовании (таблица 12).

Таблица 12 – Параметры операции лазерного витреолизиса в исследуемых группах проспективного анализа

Параметры лазерного воздействия	Ранний ЛВ (n = 55) Me [LQ; UQ]	Отсроченный ЛВ (n = 52) Me [LQ; UQ]	p, Mann-Withney test
Количество импульсов	117 [86,5; 201]	127 [87; 225,5]	0,578
Средняя мощность импульса	5,5 [5; 5,5]	5 [5; 5,5]	0,352
Суммарная энергия	610 [443,5; 1003]	666 [447,5; 1193]	0,730

Анализ таблицы 12 свидетельствует, что сравнительная оценка результатов технических параметров лазерного лечения (количество импульсов, средняя мощность импульса, суммарная энергия лазерного воздействия) не имеют статистически значимой разницы между исследуемыми группами раннего и отсроченного ЛВ.

Учитывая, что СПП в виде кольца Вейса были разных размеров и плотности, в связи с этим проводилось разное количество сеансов, данные представлены на рисунке 16.



Примечание: p - хи-квадрат Пирсона

Рисунок 16 – Сравнительный анализ сеансов лазерного витреолизиса в исследуемых группах проспективного анализа

Из представленного рисунка 16 следует, что по количеству проведенных сеансов лазерного лечения исследуемые группы раннего и отсроченного ЛВ не имеют статистически значимой разницы ($p = 0,340$). Количество проведенных сеансов зависело от эффективности предыдущего сеанса лечения: в группе раннего витреолизиса проведено 2 сеанса (у большинства пациентов (81,8%) – 1 сеанс), в отсроченной – 3 сеанса (преимущественно 1 сеанс – в 78,8% случаев).

Послеоперационные осложнения

Сравнительный анализ послеоперационных осложнений на этапе проспективных исследований проводили между группой раннего ЛВ и отсроченного лазерного витреолизиса кольца Вейса, а также с контрольной группой с учетом динамического состояния глаз при естественном течении после полной ЗОСТ.

Проведены следующие исследования: заднего отрезка глаза (развитие эпиретинальной мембраны, макулярных ламеллярных и сквозных разрывов, периферических разрывов и отслоек сетчатки) в течение 12 мес.; измерение уровня ВГД для исключения гипертензии и развития глаукомы, переднего отрезка (развитие катаракты), морфометрические измерения хрусталика и толщины сетчатки в фовеальной и парафовеальной области.

Сравнительный анализ частоты макулярных изменений в исследуемых группах раннего и отсроченного витреолизиса, в контроле в динамике в период 6, 12 мес. представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Частота послеоперационных макулярных изменений в исследуемых группах и группе контроля в динамике за периоды 6, 12 мес.

Макулярные изменения	Ранний ЛВ (n = 55) абс.число (%)			Отсроченный ЛВ (n = 52) абс.число (%)			Контроль (n = 53) абс.число (%)		
	6 мес.	12 мес.	итого	6 мес.	12 мес.	итого	6 мес.	12 мес.	итого
ЭРМ	2 (3,6)	2 (3,6)	4 (7,2)	2 (3,8)	2 (3,8)	4 (7,6)	1 (1,9)	3 (5,7)	4 (7,6)
Ламеллярный разрыв	-	1 (1,8)	1 (1,8)	-	1 (1,9)	1 (1,9)	-	1 (1,9)	1 (1,9)
Сквозной разрыв	-	-	-	-	1 (1,9)	1 (1,9)	-	1 (1,9)	1 (1,9)

Как следует из таблицы 13, в группах раннего, отсроченного витреолизиса и контроля определена сопоставимая частота развития ЭРМ (7,2%; 7,6%, 7,6%, соответственно). В группе раннего витреолизиса выявлен только один случай осложнения в виде ламеллярного макулярного разрыва (1,8%), тогда как в группе отсроченного ЛВ и в группе контроля – по одному случаю не только ламеллярных разрывов, но и сквозных макулярных разрывов (рисунки 17 – 21).

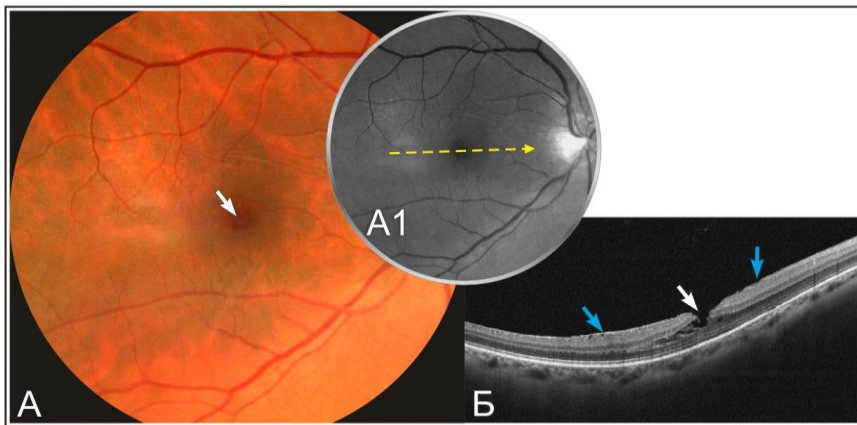


Рисунок 17– Ламеллярный макулярный разрыв в группе раннего ЛВ (пациент З., 56 лет). А – фотография цветная (Clarus 500): белая стрелочка указывает на ламеллярный разрыв; А1 – фотография в бесцветном цвете в режиме True color: желтая пунктирная стрелка показывает на направление сканирования; Б – соответствующий скан ОКТ (SOLIX) в режиме Line: белая стрелка указывает на ламеллярный разрыв, голубые – на эпиретинальную мембрану с тангенциальной тракцией.

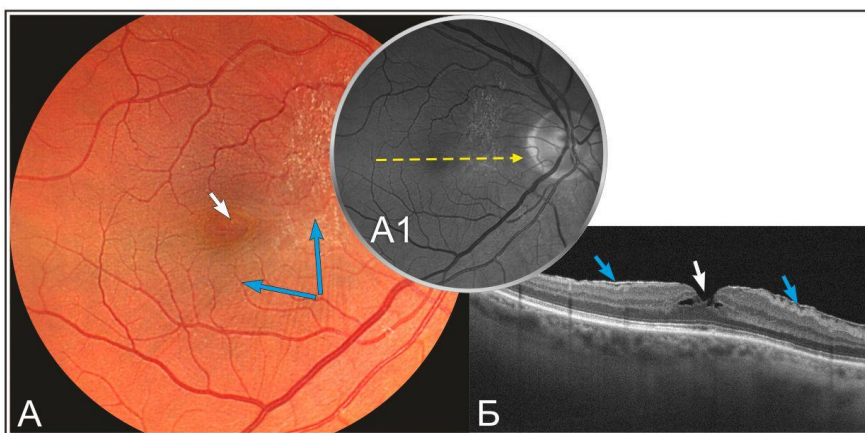


Рисунок 18 – Ламеллярный макулярный разрыв в группе отсроченного ЛВ (пациент К, 67 лет). А – фотография цветная (Clarus 500): белая стрелка указывает на ламеллярный разрыв, голубые стрелки – на ЭРМ; А1 – фотография в бесцветном цвете в режиме

True color: желтая пунктирная стрелка показывает на направление сканирования; Б – соответствующий скан ОКТ (SOLIX) в режиме Line: белая стрелка указывает на ламеллярный разрыв, голубые – на эпиретинальную мембрану с тангенциальной тракцией.

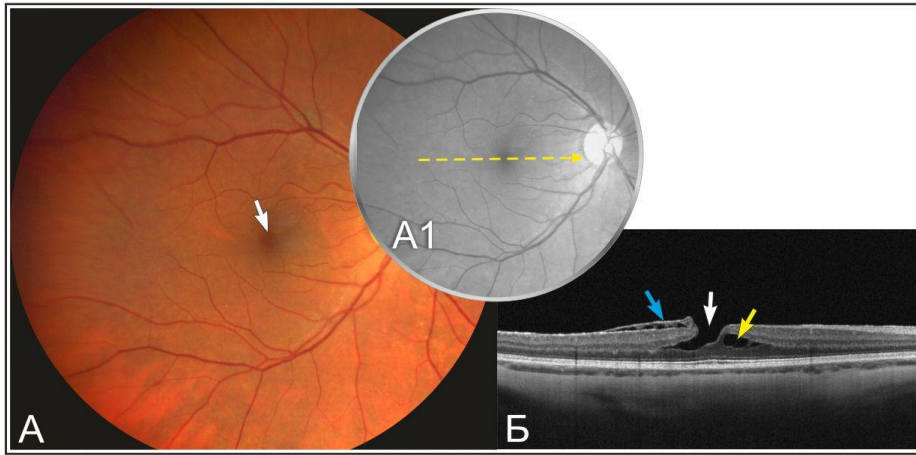


Рисунок 19 – Ламеллярный макулярный разрыв в группе контроля (пациент Г., 64 года). А – фотография цветная (Clarus 500): белая стрелка указывает на ламеллярный разрыв; А1 – фотография в бесцветном цвете в режиме True color: желтая пунктирная стрелка показывает на направление сканирования; Б – соответствующий скан ОКТ (SOLIX) в режиме Line: белая стрелка указывает на ламеллярный разрыв, голубая – на эпиретинальную мембрану с тангенциальной тракцией, желтая – на интравитреальную кистозную полость.

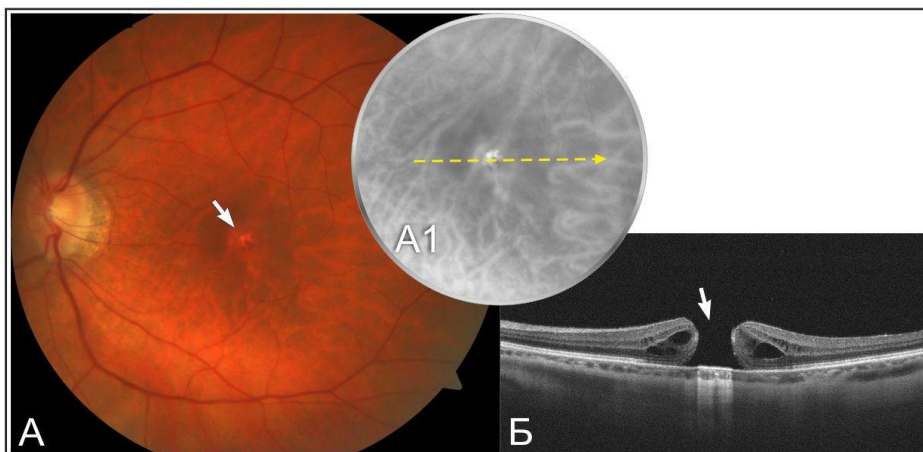


Рисунок 20 – Сквозной макулярный разрыв в группе отсроченного витреолизиса (пациент Ш., 62 года). А – фотография цветная (Clarus 500): белая стрелка показывает на сквозной макулярный разрыв; А1 – фотография в бесцветном цвете в режиме True color: желтая пунктирная стрелка показывает на направление сканирования; Б – соответствующий скан ОКТ (SOLIX) в режиме Line: белая стрелка указывает на сквозной макулярный разрыв.

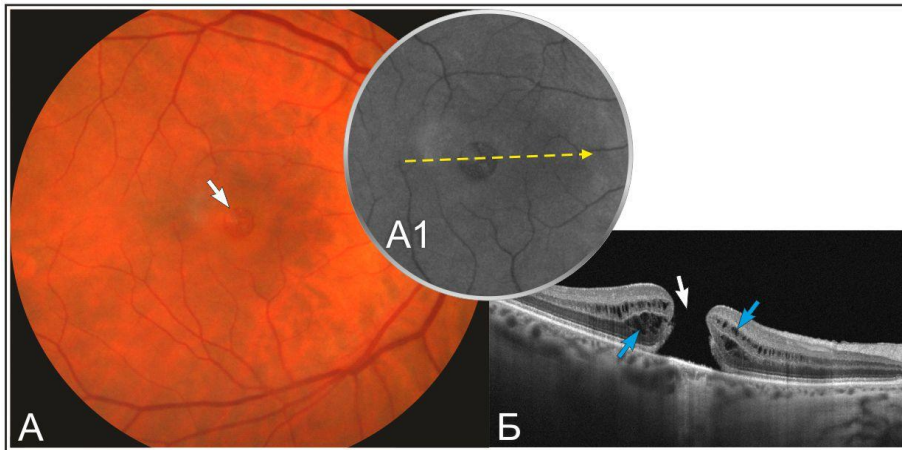


Рисунок 21 – Сквозной макулярный разрыв в группе контроля (пациент Е., 66 лет). А – фотография цветная (Clarus 500): белая стрелка указывает на сквозной макулярный разрыв; А1 – фотография в бескрасном цвете в режиме True color: желтая пунктирная стрелка показывает на направление сканирования; Б – соответствующий скан ОКТ (SOLIX) в режиме Line: белая стрелка указывает на сквозной макулярный разрыв, голубые – на интратетинальные кистозные полости разного диаметра.

Сравнительный анализ изменения витреоретинального интерфейса в динамике между группами сравнения и контроля на периферии сетчатки представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Сравнительный анализ частоты периферических дегенераций, разрывов среди исследуемых групп и группы контроля в динамике

Патология периферической сетчатки	Ранний ЛВ (n = 55) абс. число (%)			Отсроченный ЛВ (n = 52) абс. число (%)			Контроль (n=53)		
	Исходн.	6 мес.	12 мес.	Исходн.	6 мес.	12 мес.	Исходн.	6 мес.	12 мес.
Дырчатый разрыв (изолированный)	1 (1,8)	1 (1,8)	1 (1,8)	3 (5,8)	3 (5,8)	3 (5,8)	2 (3,8)	2 (3,8)	2 (3,8)
Дырчатый разрыв (на фоне решетчатой дистрофии)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1,9)	0 (0)	1 (1,9)	0 (0)
Разрыв с крышечкой	2 (3,6)	2 (3,6)	2 (3,6)	2 (3,8)	2 (3,8)	2 (3,8)	1 (1,9)	1 (1,9)	1 (1,9)
ВРП	3 (5,5)	3 (5,5)	3 (5,5)	4 (7,7)	4 (7,7)	4 (7,7)	3 (5,7)	3 (5,7)	3 (5,7)
Решетчатая дистрофия без разрыва	1 (1,8)	1 (1,8)	1 (1,8)	1 (1,9)	1 (1,9)	0 (0)	1 (1,9)	0 (0)	1 (1,9)
Бульжная мостовая	5 (9,1)	5 (9,1)	5 (9,1)	2 (5,8)	2 (5,8)	2 (5,8)	1 (1,9)	1 (1,9)	1 (1,9)

Инеевидная дистрофия	2 (3,6)	2 (3,6)	2 (3,6)	2 (3,8)	2 (3,8)	2 (3,8)	3 (5,7)	3 (5,7)	3 (5,7)
Кистовидная дистрофия	2 (3,6)	2 (3,6)	2 (3,6)	1 (1,9)	1 (1,9)	1 (1,9)	1 (1,9)	1 (1,9)	1 (1,9)
Плоский ретиношизис	1 (1,8)	1 (1,8)	1 (1,8)	1 (1,9)	1 (1,9)	1 (1,9)	1 (1,9)	1 (1,9)	1 (1,9)
Друзы	1 (1,8)	1 (1,8)	1 (1,8)	2 (5,8)	2 (5,8)	2 (5,8)	3 (5,7)	3 (5,7)	3 (5,7)
Сотовидная дистрофия	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (3,8)	2 (3,8)	2 (3,8)	3 (5,7)	3 (5,7)	3 (5,7)
Всего	18 (32,7)	18 (32,7)	18 (32,7)	20 (38,5)	20 (38,5)	20 (38,5)	19 (35,8)	19 (35,8)	19 (35,8)

По данным таблицы 14 следует, что при первичном обследовании (исходно) периферические дистрофии и разрывы сетчатки в группе раннего витреолизиса наблюдались с частотой 32,7%, при этом значения были сопоставимы с группой отсроченного ЛВ (38,5%) и контроля (35,8%); тракционные разрывы и отслойки сетчатки не были выявлены ни в одной группе. В группе раннего витреолизиса за период 6 – 12 месяцев изменений в количестве периферических дистрофий и разрывов сетчатки не выявлено. В группе отсроченного ЛВ на сроке обследования 12 месяцев выявлен один дырчатый разрыв в области решетчатой дистрофии (рисунок 22). В группе контроля выявлен также один дырчатый разрыв (рисунок 23) на сроке наблюдения 6 месяцев.

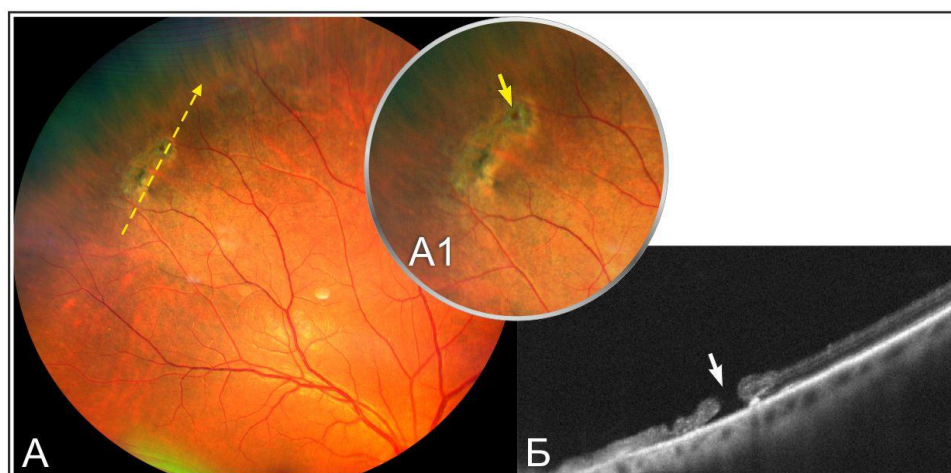


Рисунок 22 – Дырчатый разрыв сетчатки группы отсроченного ЛВ, развившийся в решетчатой дистрофии (пациент И., 51 год). А, А1 – фотографии цветные (Clarus 500): А: желтая пунктирная стрелка показывает на направление сканирования;

A1 – желтая стрелка указывает на дырчатый разрыв; Б – соответствующий скан ОКТ (SOLIX) в режиме Line: белая стрелка указывает на дырчатый разрыв с субретиальной жидкостью.

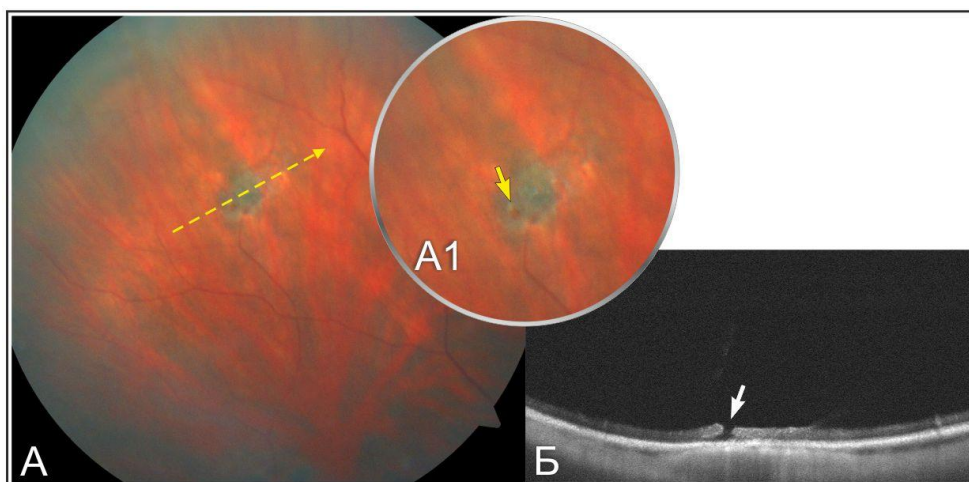


Рисунок 23 – Дырчатый разрыв в решетчатой дистрофии в группе контроля (пациент М., 56 лет). А, А1 – фотографии цветные (Clarus 500): А – желтая пунктирная стрелка показывает на направление сканирования; А1 – желтая стрелка указывает на дырчатый разрыв; Б – соответствующий скан ОКТ (SOLIX) в режиме Line: белая стрелка указывает на дырчатый разрыв с субретиальной жидкостью.

Проведена сравнительная оценка частоты послеоперационных макулярных и периферических ретинальных разрывов при раннем ЛВ, отсроченном ЛВ и в группе контроля (таблица 15).

Таблица 15 – Частота послеоперационных макулярных и периферических ретинальных разрывов в исследуемых группах и в контроле в динамике за период 12 месяцев.

Осложнения	Ранний ЛВ (n = 55) абс.число (%)	Отсроченный ЛВ (n = 52) абс.число (%)	Контроль (n = 53) абс.число (%)	p
Макулярный ламеллярный разрыв	1 (1,8)	1 (1,9)	1(1,9)	1,0
Макулярный сквозной разрыв	-	1 (1,9)	1 (1,9)	0,609
Дырчатый разрыв (в области решетчатой дистрофии)	-	1 (1,9)	1 (1,9)	0,609
Итого	1 (1,8)	3 (5,7)	3 (5,7)	0,52

Как следует из таблицы 15, за период 12 месяцев в группе раннего витреолизиса выявлена низкая частота послеоперационных осложнений – 1,8 % против 5,7 % при отсроченном витреолизисе и аналогичных значениях в группе контроля – 5,7 %, не достигающих уровня статистической значимости различий ($p = 0,52$).

Тонометрия

Анализ внутриглазного давления у пациентов исследуемых групп раннего и отсроченного ЛВ проводился в более расширенные сроки, чем другие параметры и состоял из исходных исследований и через 30 минут, через 1 сутки, 2 недели, 3, 6 и 12 месяцев, в группе 3 (контрольная) – в те же сроки, но без лазерного витреолизиса после появления кольца Вейса (таблица 16).

Таблица 16 – Сравнительная оценка ВГД в исследуемых группах и группе контроля

Сроки наблюдения	Ранний ЛВ (n = 55) Me [LQ; UQ]	Отсроченный ЛВ (n = 52) Me [LQ; UQ]	Контроль (n = 53) Me [LQ; UQ]	p
	1	2	3	
исходно	16,00 [13,00; 18,00]	15,50 [13,00; 18,00]	16,00 [13,00; 18,00]	0,869
30 минут	16,00 [13,00; 18,00]	15,15 [12,93; 17,00]	16,00 [13,40; 18,00]	0,397
1 сутки	15,90 [12,60; 17,50]	15,15 [12,97; 17,00]	15,00 [13,00; 17,30]	0,802
2 нед.	15,50 [13,00; 17,95]	15,25 [13,00; 17,00]	15,00 [13,00; 17,00]	0,821
3 мес.	16,00 [13,00; 17,00]	15,00 [13,00; 17,10]	15,80 [13,00; 17,20]	0,874
6 мес.	15,20 [13,00; 17,35]	15,00 [13,00; 17,00]	15,00 [13,00; 17,30]	0,618
12 мес.	16,10 [13,15; 17,55]	15,00 [13,00; 17,00]	15,90 [13,00; 17,60]	0,413
p#	0,052	0,086	0,119	

Примечание: p – критерий Краскела-Уоллиса

p# - критерий Фридмана с апостериорными сравнениями с помощью критерия Коновера-Имана с поправкой Холма

Согласно представленной таблице 16 отсутствует статистическая разница уровня ВГД: между исследуемыми группами и группой контроля в исходном периоде и в динамике. Ни в одном случае изменения ВГД не были клинически

значимыми и не выходили за пределы референсных значений, что соответствует данным ряда авторов [17, 145]. Однако в литературе представлены публикации как реактивного снижения ВГД [89], так и гипертензии транзиторного характера [1, 35] и значительного повышения с развитием глаукомы после лазерного витреолизиса [45, 78, 100], которые потребовали не только консервативного, но и оперативного лечения. В связи с этим, необходимо особо обращать внимание, что перед проведением лазерного витреолизиса необходимо провести комплексное обследование для исключения глаукомы и внутриглазной гипертензии.

Морфометрические исследования

Проведены объективные исследования морфометрических показателей толщины хрусталика при исходном обследовании (при первичном обследовании), в динамике после лазерного витреолизиса в исследуемых группах и при естественном течении состояния глаз в контрольной группе. Данные представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Сравнительная оценка толщины хрусталика в исследуемых группах и группе контроля

Сроки наблюдения	Ранний ЛВ (n = 50) Me [LQ; UQ]	Отсроченный ЛВ (n = 43) Me [LQ; UQ]	Контроль (n = 43) Me [LQ; UQ]	p, Kruskal — Wallis test
	1	2	3	
исходно	4,35 [4,21;4,58]	4,5 [4,22;4,67]	4,415 [4,22;4,61]	0,563
1 сутки	4,36 [4,22;4,58]	4,5 [4,22;4,72]	4,415 [4,22;4,61]	0,506
2 недели	4,36 [4,22;4,58]	4,51 [4,21;4,7]	4,415 [4,22;4,6]	0,531
3 мес.	4,35 [4,23;4,58]	4,5 [4,23;4,67]	4,42 [4,22;4,61]	0,609
6 мес.	4,37 [4,23;4,59]	4,49 [4,22;4,67]	4,415 [4,22;4,61]	0,633
12 мес.	4,36 [4,23;4,58]	4,5 [4,21;4,67]	4,42 [4,22;4,61]	0,572
p# Friedman test	0,06	0,127	0,991	

Согласно анализу данных таблицы 17 следует, что отсутствует статистически значимая разница при исследовании толщины хрусталика методом биометрии между значениями группы раннего ЛВ, отсроченного ЛВ и контроля как в исходном периоде, так и при динамическом наблюдении внутри каждой исследуемой группы. Таким образом, лазерный витреолизис не изменяет морфометрические показатели толщины хрусталика. Данный анализ представлен в литературе впервые.

По данным литературы, описан случай возникновения макулярного отека после лазерного витреолизиса [45]. В связи с этим проведены исследования толщины сетчатки в фовеа и парафовеа методом ОКТ-сканирования в исследуемых группах и группе контроля на протяжении всего периода наблюдения, результаты представлены в таблицах 18, 19.

Таблица 18 – Результаты исследования толщины сетчатки в фовеа в исследуемых группах и группе контроля

Сроки наблюдения	Ранний ЛВ (n = 55) Me [LQ; UQ]	Отсроченный ЛВ (n = 52) Me [LQ; UQ]	Контроль (n = 53) Me [LQ; UQ]	p
исходно	261 [252;281]	255,5 [246;266]	261 [246;271,5]	0,284
1 сутки	260 [251;281]	255,5 [246;267,3]	262 [245;271]	0,292
2 нед.	260 [251;281]	254,5 [245;266,8]	260 [245;271,5]	0,313
3 мес.	261 [251;280]	255,5 [245;269,8]	260 [247;272]	0,434
6 мес.	260 [251;281]	256 [246;269]	262 [245;271,5]	0,37
12 мес.	261 [251;281]	256 [246;269,5]	261 [246;272]	0,385
p#	0,96	0,07	0,076	

Примечание: p – критерий Краскела-Уоллиса

p# - критерий Фридмана с апостериорными сравнениями с помощью критерия Коновера-Имана с поправкой Холма

Проведенный статистический анализ в таблице 18 толщин сетчатки в области фовеа не выявил статистически значимой разницы между исследуемыми группами и контролем при динамическом исследовании на протяжении всего периода исследования. Полученные результаты соответствуют данным литературы [11, 89].

Исследования оценки толщины сетчатки в парафовеальной области (в верхнем, нижнем, назальном и темпоральном квадрантах) представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Результаты исследования толщины сетчатки парафовеа в исследуемых группах и группе контроля

	Сроки наблюдения	Ранний ЛВ (n = 55) Me [LQ; UQ]	Отсроченный ЛВ (n = 52) Me [LQ; UQ]	Контроль (n = 53) Me [LQ; UQ]	p, <i>Kruskal</i> — <i>Wallis</i> <i>test</i>
Верхний	исходно	317 [310;329]	318,5 [306,3;328,8]	323 [313;333]	0,443
	1 сутки	319 [310;330]	317,5 [306,3;33]	323 [312,5;333]	0,322
	2 нед.	318 [308;329]	317,5 [306,3;328,8]	323 [313;333]	0,345
	3 мес.	317 [308;329]	318 [305;328,8]	323 [312,5;333]	0,425
	6 мес.	317 [310;329]	317,5 [305;328,3]	323 [313,5;333]	0,294
	12 мес.	318 [310;330]	318,5 [305,3;328]	323 [313;333]	0,456
	p#	0,869	0,143	0,253	
Нижний	исходно	318 [307;328]	314,5 [301;322,5]	321 [311;330]	0,093
	1 сутки	317 [308;328]	314 [300,5;320,8]	320 [311,5;329,5]	0,08
	2 нед.	318 [308;326]	314,5 [300,3;321,8]	319 [310,5;329]	0,102
	3 мес.	317 [307;326]	314,5 [300;322,5]	321 [311;330]	0,103
	6 мес.	318 [307;327]	315 [300,5;323]	320 [311;329,5]	0,126
	12 мес.	318 [308;327]	315 [300,3;323]	321 [310,5;330,5]	0,118
	p#	0,50	0,859	0,163	
Назальный	исходно	320 [314;330]	319,5 [305;328]	321 [307;334]	0,412
	1 сутки	322 [315;331]	318,5 [305;326,8]	322 [306;333]	0,266
	2 нед.	320 [313;330]	319 [305,3;327,5]	322 [306,5;334]	0,401
	3 мес.	321 [315;331]	319,5 [306;330]	320 [307;334]	0,406
	6 мес.	322 [313;330]	320 [305,25;330]	322 [305,5;333]	0,435
	12 мес.	321 [315;331]	318,5 [305,3;329,5]	321 [306,5;334]	0,265
	p#	0,631	0,888	0,125	
Темпоральный	исходно	309 [301;320]	307 [297;313,8]	309 [300;320]	0,392
	1 сутки	309 [302;320]	306 [298;311,8]	310 [299;319]	0,116
	2 нед.	307 [299;319]	306 [297;312]	309 [300,5;319]	0,328
	3 мес.	309 [301;319]	308 [298;314]	309 [300;319]	0,383
	6 мес.	309 [301;320]	308 [297;314]	310 [299,5;320]	0,309
	12 мес.	309 [301;320]	307 [296;312,8]	309 [300,5;321]	0,174
	p# Friedman test	0,268	0,074	0,066	

Согласно анализу данных таблицы 19 толщина сетчатки во всех четырех сегментах парафовеа не имеет статистически значимой разницы между исследуемыми группами и внутри каждой из групп на протяжении всего периода наблюдения.

Таким образом, оценка безопасности раннего лазерного витреолизиса кольца Вейса в результате комплексного исследования в сравнительном аспекте с отсроченным ЛВ и группой контроля показала:

- отсутствие интраоперационных осложнений при проспективных исследованиях, минимальную их частоту при ретроспективном анализе - 0,22 %, сопоставимую с группой отсроченного ЛВ – 0,37 % ($p = 1,0$);
- сопоставимые послеоперационные осложнения в виде несквозных разрывов по сравнению с отсроченным ЛВ и контролем (1,8%; 1,9%; 1,9%, соответственно);
- отсутствие сквозных макулярных разрывов по сравнению с выявленными при отсроченном ЛВ (1,9%) и в контрольной группе (1,9%); отсутствие осложнений на периферии сетчатки по сравнению с развитием дырчатых разрывов в области решетчатой дистрофии при отсроченном ЛВ (1,9%) и в группе контроля (1,9%);
- отсутствие изменений ВГД, морфометрических данных: толщины хрусталика, сетчатки в области фовеа и парафовеа в динамике за период 12 мес.

Представленные результаты соответствуют данным ретроспективных исследований Singh, I.P. (2018) о минимальном количестве (0,8%) всех осложнений из 1272 сеансов (680 пациентов) ЛВ симптоматических плавающих помутнений, из них авторы представили интраоперационные: 2 случая повреждения хрусталика, 1 случай интравитреального кровоизлияния [199]; об отсутствии интраоперационных осложнений при проспективных исследованиях [35, 145, 191, 193], изменений ВГД [1, 14, 145, 149], фовеальной и парафовеальной толщины сетчатки [11, 89] до и после ЛВ; о развитии периферических ретинальных разрывов в 3 случаях (из 35 глаз) после ЛВ помутнений в отдаленном послеоперационном периоде (1,4 - 2,8 года) [192].

Представленные данные свидетельствуют о безопасности проведения лазерного витреолизиса в раннем периоде после полной отслойки задней гиалоидной мембраны от сетчатки.

Анализ послеоперационных осложнений показал, что причинами их развития через 6, 12 мес. в группе контроля и отсроченного ЛВ после полной ЗОСТ можно объяснить развитием витреолизиса, который может вызывать тангенциальное

тракционное воздействие на центральную и периферическую сетчатку, вызывая ретинальные разрывы даже после полной отслойки ЗГМ [79, 218].

4.2. Результаты исследования клинической эффективности раннего ЛВ в сравнительном аспекте с отсроченным ЛВ и с группой контроля

Исследование МКОЗ

Для оценки функциональных показателей проведены анализ и сравнительная оценка максимально скорректированной остроты зрения пациентов в исследуемых группах и группе контроля за периоды: исходно, в динамике за период до 12 мес. Данные сравнительной оценки МКОЗ при раннем, отсроченном ЛВ и контрольной группы представлены в таблице 20.

Таблица 20 - Сравнительная оценка МКОЗ исследуемых групп и группы контроля

Сроки наблюдения	Ранний ЛВ (n = 55) M ± SD	Отсроченный ЛВ (n = 52) M ± SD	Контроль (n = 53) M ± SD	Р критерий Крускала- Уоллиса	Критерий Данна с поправкой Холмса
	1	2	3		
исходно	0,811±0,017	0,837±0,02	0,841±0,025	0,133	-
1 сутки	0,979±0,01*	0,9±0,02*	0,841±0,025	< 0,001	1-2< 0,001 1-3< 0,001 2-3< 0,05
2 недели	0,985±0,008*	0,915±0,018*	0,841±0,025	< 0,001	1-2< 0,001 1-3< 0,001 2-3< 0,05
3 месяца	0,986±0,008*	0,961±0,018*	0,867±0,025*	< 0,001	1-2>0,05 1-3< 0,001 2-3< 0,05
6 месяцев	0,987±0,007*	0,96±0,018*	0,867±0,025*	< 0,001	1-2>0,05 1-3< 0,001 2-3< 0,05
12 месяцев	0,987±0,007*	0,96±0,018*	0,889±0,025*	< 0,001	1-2>0,05 1-3< 0,001 2-3< 0,05
p# Friedman test	< 0,001	< 0,001	< 0,001		

Примечания: * - статистически значимые изменения по сравнению со значением «исходно» (p<0,05); p – однофакторный дисперсионный анализ, апостериорные сравнения с помощью

критерия Тьюки (при условии равенства дисперсий), критерия Геймса-Хауэлла (при неравных дисперсиях).

Как видно из таблицы 20, исходные данные в исследуемых группах и в контроле не имеют статистически значимой разницы; при сравнении раннего ЛВ и группы контроля — на всех периодах исследования в динамике выявлено наличие статистически значимых различий; при сравнении раннего ЛВ и отсроченного ЛВ определяется статические значимые различия через сутки и в период — 2 недели, затем показатели становятся сопоставимыми; в динамике внутри каждой группы: в группе раннего витреолизиса и в отсроченном — наличие статистической значимости между исходными значениями и во всех послеоперационных периодах исследований. Следует отметить, что в группе отсроченного ЛВ восстановление зрения идет медленнее и достигает отсутствия статистической разницы с ранним ЛВ к трем месяцам.

С целью выявления клинической эффективности МКОЗ исследовали разницу между исходными показателями при первичном приеме и через 12 месяцев среди группы раннего лазерного витреолизиса, отсроченного ЛВ и контрольной группы. Результаты представлены на рисунке 24.

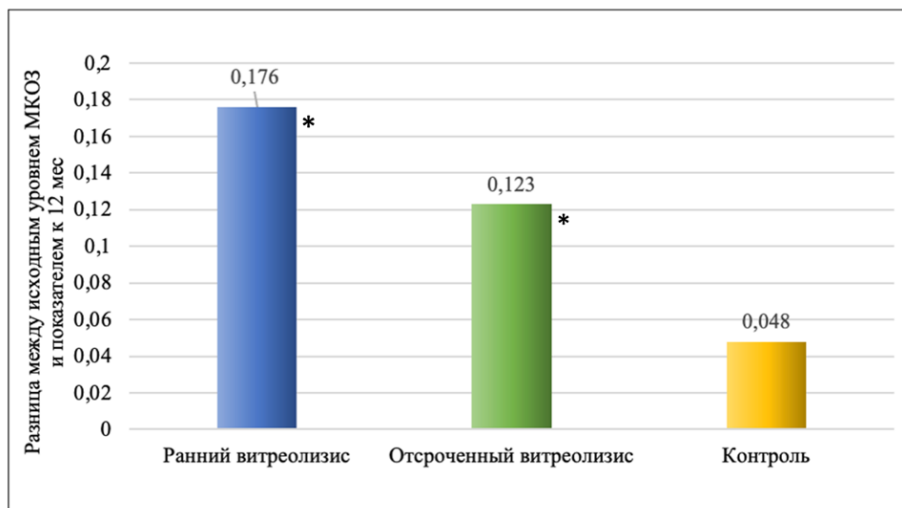


Рисунок 24 — Сравнительная оценка изменений МКОЗ за период 12 месяцев в исследуемых группах и в контроле

Примечание: * — статистически значимые изменения МКОЗ по сравнению с группой контроля ($p < 0,05$).

Как видно из рисунка 24, результаты исследования клинической эффективности лазерного витреолизиса показали повышение МКОЗ в группе раннего ЛВ на 0,176,

что является сопоставимой с группой отсроченного ЛВ – повышение на 0,123 (отсутствует достоверность различий $p > 0,05$ по таблице 15), тогда как отмечается существенная статистическая разница с контрольной группой – 0,048 на сроке 12 месяцев ($p < 0,001$). Представленные результаты исследований соответствуют данным литературы, что при СПП может ухудшаться МКОЗ и после проведения лазерного витреолизиса выявлено значительное улучшение [35, 44, 46, 69, 98, 189].

Коэффициент остаточной тени кольца Вейса

Для определения эффективности проведенного лазерного витреолизиса разработан метод для расчета коэффициента остаточной тени помутнения (КОТП) после ЛВ, получен Патент на изобретение RU 2846835 от 17.09.2025, который позволяет выявить процент успешности проведения ЛВ при каждом сеансе лечения, оптимизировать показания к дополнительному проведению лечения по формуле: $K1 = (S2/S1) * 100\%$ (подробное описание в разделе 3.1.3.). При полном отсутствии тени (КОТП = 0) оценивают лазерный витреолизис как эффективный, при значениях КОТП, равном 10% и менее – удовлетворительный, от 11 до 30% - частично удовлетворительный, более 31% - неэффективный.

По данным литературы, представлена клиническая успешность [149, 207] проведения лазерного витреолизиса, определенная суммой результатов анализа как объективного (эффективный + удовлетворительный), так и субъективного (полный успех + значительный успех) методов исследований, что также согласуется с данными других авторов [137, 144, 193].

В связи с этим, проведено исследование клинической успешности проведения ЛВ по объективному параметру – коэффициенту остаточной тени помутнения в группах раннего и отсроченного витреолизиса в зависимости от проведенных сеансов (таблица 21), а также представлены результаты через 12 месяцев (рисунок 25).

**Таблица 21 - Объективная оценка клинической эффективности и
успешности по КОТП каждого сеанса лазерного витреолизиса в группах
исследования**

Оценка результата (КОТП)	Ранний ЛВ (n = 55)		Отсроченный ЛВ (n = 52)		
	Итог 1-го сеанса абс.число (%)	Итог 2-го сеанса абс.число (%)	Итог 1-го сеанса абс.число (%)	Итог 2 сеанса абс.число (%)	Итог 3-го сеанса абс.число (%)
КОТП $\geq$ 31 Неэффективный	-	-	1 (1,9)	1 (1,9)	1 (1,9)
30% $\geq$ КОТП $\geq$ 11% Частично удовлетворительный	10 (18,1)	-	10 (19,2)	-	-
КОТП $\leq$ 10% Удовлетворительный	14 (25,5)	14 (25,5)	18 (34,6)	18 (34,6)	18 (34,6)
КОТП = 0 Эффективный	31 (56,4)	41 (74,5)	23 (44,2)	33 (63,5)	33 (63,5)
Клиническая успешность	45 (81,8)	55 (100)	41 (78,8)	51 (98,1)	51 (98,1)

Как видно из таблицы 21, в группе раннего витреолизиса наблюдаются более высокие результаты клинической успешности: после первого сеанса – 81,8%, после второго — до 100%, тогда как в группе отсроченного ЛВ проведены три сеанса (78,8%, 98,1%, 98,1%). При этом, в группе отсроченного витреолизиса третий сеанс оказался неэффективным для одного случая (подробнее описан и представлен на рисунке 27).

Представленная объективная оценка исследования эффективности ЛВ по исследованию коэффициента остаточной тени помутнений (КОТП) стекловидного тела до и после каждого сеанса лазерного витреолизиса представлена впервые. В литературе представлены другие методики оценки эффективности лазерного витреолизиса: с использованием ультразвукового сканирования витреальной полости с последующей цифровой обработкой изображений в компьютерном графическом анализаторе «ImageJ» (National Institute of Health, США) [17], фотооптического метода с количественной оценкой площади помутнения стекловидного тела, а также индекса интенсивности затемнения сетчатки [35];

динамической сверхширокоугольной визуализации IRcSLO с помощью устройства Nidek Mirante, позволяющего определять количество, плотность и движения плавающих помутнений стекловидного тела [96].

Сравнительный объективный анализ по коэффициенту остаточной тени помутнения на сетчатке у пациентов через 12 мес. после ЛВ представлен на рисунке 25.

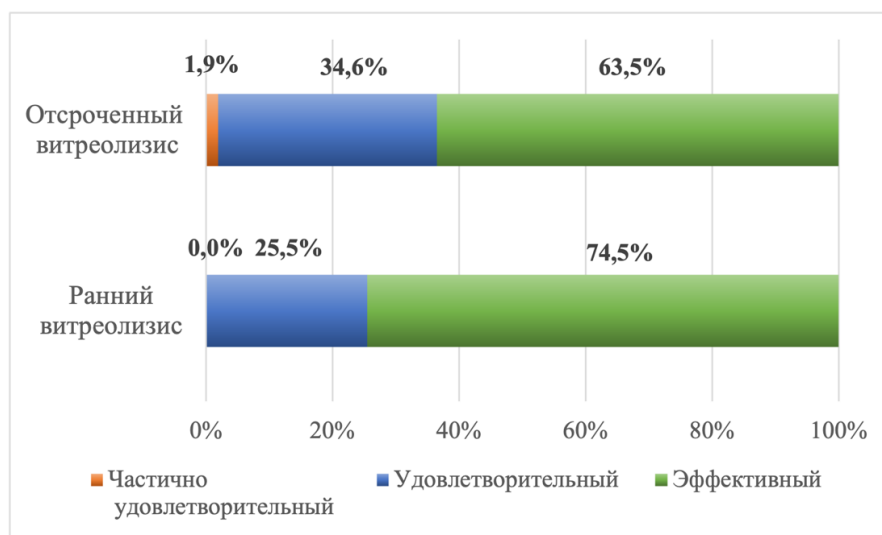


Рисунок 25 – Объективная оценка клинической эффективности по КОТП каждого сеанса лазерного витреолизиса в группах исследования

Как видно из рисунка 25, при раннем ЛВ результат «эффективный» выявлен в 74,5% и является сопоставимым по сравнению с группой отсроченного ЛВ - 63,5% ($p > 0,05$). Кроме этого, в группе отсроченного витреолизиса в одном случае (1,9%) результат остался на уровне «частично удовлетворительный», в связи с наличием остаточного помутнения, расположенного близко (2,3 мм) от сетчатки, при котором противопоказано проведение лазерного витреолизиса. Пациенту предложена выжидательная тактика до момента увеличения расстояния до безопасного (более 3 мм) от помутнения до сетчатки. Клиническая картина глазного дна пациента в динамике с остаточным помутнением стекловидного тела при первичном исследовании и через три сеанса лазерного витреолизиса данного случая представлена на рисунке 26.

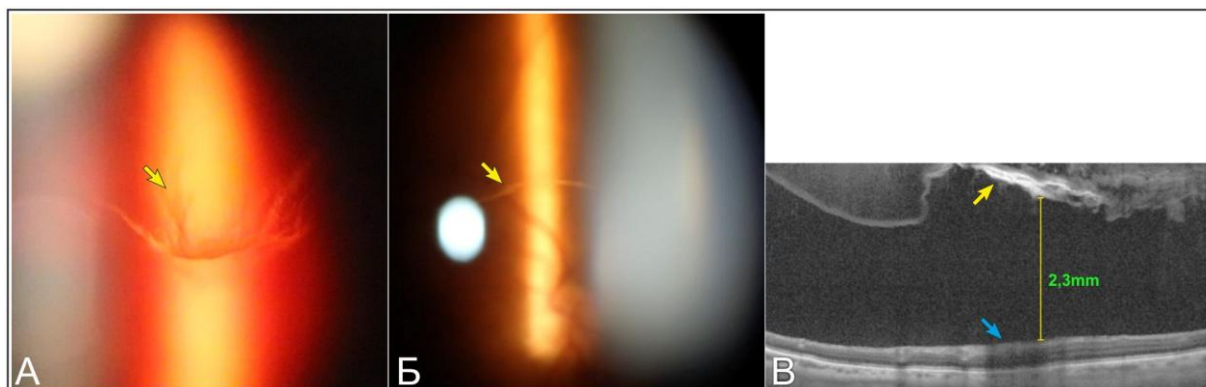


Рисунок 26 – Остаточное помутнение после 3-х сеансов лечения кольца Вейса в группе отсроченного лазерного витреолизиса (пациент П., 65 лет). А – фотография цветная с видеощелевой лампы SL990 (CSO): желтая стрелка указывает на кольцо Вейса высокой плотности; фотография цветная: Б – остаточная тоненькая полоска от кольца Вейса (желтая стрелка); В – соответствующий скан ОКТ в режиме FullRange: желтая стрелка указывает на остаточное помутнение, расположенное на расстоянии 2,3 мм от сетчатки, голубая – на ретинальную тень от помутнения.

Субъективные исследования качества жизни

Клиническая эффективность по субъективным исследованиям проводилась по оценке качества жизни по опроснику VFSQ-13, жалоб на зрительный дискомфорт по 10-балльной шкале самоощущений, по удовлетворенности лазерным витреолизисом по пятиуровневой качественной шкале.

Исследование качества жизни имеет важное значение в связи с тем, что при симптоматических помутнениях по типу кольца Вейса оно значительно снижается [149, 160, 193]. Сравнительная оценка качества жизни проводилась по опроснику VFSQ-13 [137, 230] по следующим периодам: исходно; в динамике через 2 недели, 3, 6, 12 мес. по следующим критериям (в баллах): зрение вдаль, зрение вблизи, вождение, периферическое зрение, социальное функционирование, психическое здоровье, общая оценка (таблица 22).

Таблица 22 – Сравнительная оценка качества жизни по опроснику VFSQ-13 между группами сравнения и группой контроля в процентах

	Сроки	Ранний ЛВ (n = 55) M ± SD	Отсрочен ный ЛВ (n = 52) M ± SD	Контроль (n = 53) M ± SD]	р, критерий Крускала- Уоллиса	р, критерий Данна с поправкой Холмса
		1	2	3		
Зрение вдаль	исходно	33,41±0,14	34,74±0,15	32,55±0,12	0,212	-
	2 нед	96,82±0,12*	96,39±0,12 *	32,55±0,12	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 1-2>0,05
	3 мес	96,48±0,12*	96,39±0,12 *	39,98±0,27 *	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 1-2>0,05
	6 мес	96,59±0,12*	96,15±0,12 *	41,51±0,24 *	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 1-2>0,05
	12 мес	96,7±0,13*	96,39±0,12 *	40,57±0,27 *	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 1-2>0,05
	p# Friedman test	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
Зрение вблизи	исходно	30,91±0,13	30,45±0,13	30,82±0,11	0,721	-
	2 нед	97,88±0,08*	97,28±0,09 *	30,82±0,11	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 1-2>0,05
	3 мес	97,58±0,08*	96,63±0,1 *	36,64±0,19 *	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 1-2>0,05
	6 мес	97,42±0,09*	96,96±0,1 *	39,94±0,24 *	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 1-2>0,05
	12 мес	97,88±0,08*	97,12±0,09 *	39,62±0,23 *	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 1-2>0,05
	p# Friedman test	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
Вожделение	исходно	25,91±0,03	27,4±0,04	26,42±0,03	0,434	-
	2 нед	95±0,06 *	96,15±0,05 *	26,42±0,03	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 1-2>0,05
	3 мес	94,55±0,06*	96,15±0,05 *	33,02±0,08 *	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 1-2>0,05
	6 мес	95±0,06 *	95,67±0,05 *	34,43±0,08 *	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 1-2>0,05

	12 мес	95±0,06 *	96,63±0,05 *	33,96±0,08 *	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 1-2>0,05
	p# Friedman test	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
Периферическое зрение	исходно	35,45±0,07	35,1±0,07	35,85±0,07	0,953	-
	2 нед	98,64±0,03*	97,12±0,04 *	35,85±0,07	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 1-2>0,05
	3 мес	99,09±0,03*	97,6±0,04 *	40,09±0,09 *	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 1-2>0,05
	6 мес	97,73±0,04*	98,08±0,04 *	41,04±0,09 *	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 1-2>0,05
	12 мес	98,64±0,03*	98,08±0,04 *	40,57±0,09 *	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 1-2>0,05
	p# Friedman test	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
Социальное функциональное	исходно	31,82±0,06	31,25±0,07	33,02±0,06	0,628	-
	2 нед	99,55±0,02*	99,52±0,02 *	33,02±0,06	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 1-2>0,05
	3 мес	99,55±0,02*	99,52±0,02 *	41,04±0,09 *	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 1-2>0,05
	6 мес	99,55±0,02*	99,52±0,02 *	41,51±0,09 *	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 1-2>0,05
	12 мес	99,55±0,02*	99,52±0,02 *	41,04±0,09 *	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 1-2>0,05
	p# Friedman test	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
Психическое здоровье	исходно	30,15±0,14	28,69±0,09	28,62±0,09	0,953	-
	2 нед	98,64±0,08*	83,49±0,2 *	28,62±0,09	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 1-2< 0,01
	3 мес	98,64±0,08*	96,31±0,11 *	36,79±0,18 *	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 1-2>0,05
	6 мес	98,33±0,08*	96,47±0,1 *	38,05±0,18 *	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 1-2>0,05
	12 мес	98,79±0,08*	96,79±0,1 *	38,05±0,19 *	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001

Общая оценка						<i>1-2 > 0,05</i>
	p# Friedman test	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
	исходно	31,54±0,35	31,55±0,27	31,06±0,29	0,9082	-
	2 нед	97,69±0,19*	93,9±0,32 *	31,06±0,29	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 <i>1-2 < 0,01</i>
	3 мес	97,52±0,19*	96,75±0,26 *	38,03±0,74 *	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 <i>1-2 > 0,05</i>
	6 мес	97,38±0,19*	96,78±0,27 *	39,77±0,78 *	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 <i>1-2 > 0,05</i>
	12 мес	97,69±0,19*	97,04±0,25 *	39,3±0,82 *	< 0,001	1-3, 2-3< 0,001 <i>1-2 > 0,05</i>
	p# Friedman test	< 0,001	< 0,001	< 0,001		

Примечания * - статистически значимые изменения по сравнению со значением «исходно» ($p < 0,001$), критерий Фишера для повторных измерений

p – однофакторный дисперсионный анализ, апостериорные сравнения с помощью критерия Тьюки (при условии равенства дисперсий), критерия Геймса-Хауэлла (при неравных дисперсиях).

По данным таблицы 22 следует, что в группе раннего витреолизиса значительное повышение качества жизни по всем категориям с наличием высокой статистически значимой разницы между исходными показателями и последующими сроками послеоперационного наблюдения; равнозначные данные с группой отсроченного витреолизиса, наличие статистически значимой разницы между группой контроля.

Следует обратить внимание на факт наличия статистически значимого различия показателей в разделе «психическое здоровье» между ранним витреолизисом ($98,64 \pm 0,08$) и отсроченным ($83,49 \pm 0,2$) на сроке 2 недели. Можно сделать вывод, что повышение качества жизни в группе раннего витреолизиса свидетельствует об эффективности (полезности) проведения лазерного витреолизиса кольца Вейса в раннем периоде ЗОСТ.

С целью информативности проведен расчет клинической эффективности ЛВ – разницы между исходным значением и результатом лечения через 12 мес. оценки качества жизни по опроснику VFSQ-13 [137] по следующим критериям (в баллах): зрение вдаль, зрение вблизи, вождение, периферическое зрение, социальное функционирование, психическое здоровье, общая оценка (все значения представлены в таблице 22). Результаты исследований клинической эффективности ЛВ общей оценки КЖ представлены на рисунке 27.

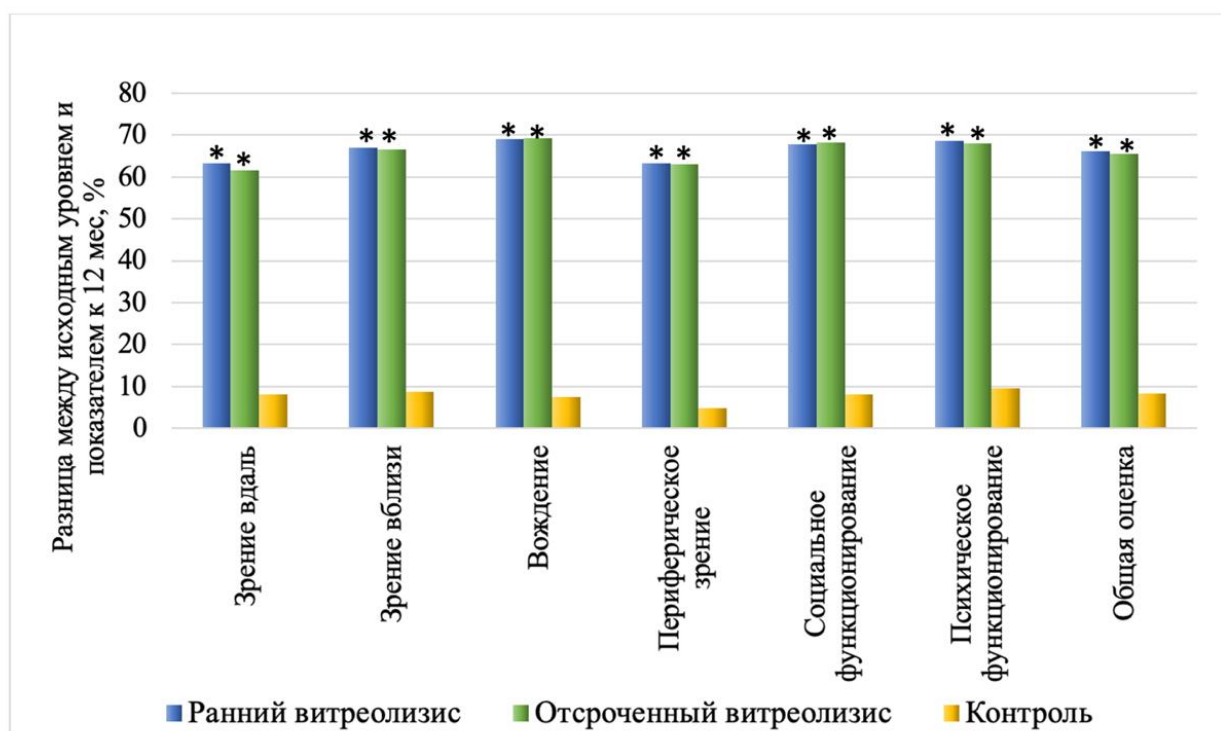


Рисунок 27 – Сравнительная оценка изменений критерия «общая оценка» КЖ за период 12 месяцев по опроснику VFSQ-13 в исследуемых группах и в контроле

Примечание: * –статистически значимые изменения МКОЗ по сравнению с группой контроля ($p < 0,05$).

Как видно из рисунка 27, при раннем витреолизисе достигнуто значительное улучшение качества жизни по всем категориям исследований, сопоставимое с отсроченным лазерным витреолизисом, но значительно превышающее таковое в контрольной группе: зрение вдаль (63,29%; 61,65%; 8,02%); зрение вблизи (66,97%; 66,67%; 8,8%); вождение (69,09%; 69,23%; 7,54%), периферическое зрение – 63,19%; 62,98%; 4,72%); социальное функционирование (67,73%; 68,27%; 8,02%);

психическое функционирование (68,64%; 68,1%; 9,43%); общая оценка (66,15%; 65,49%; 8,24%).

Представленные исследования оценки качества жизни согласуются с данными литературы, где описано улучшение КЖ в динамике между исходными данными и после лазерного витреолизиса в сравнительном аспекте с контрольной группой без ЛВ у пациентов с ЗОСТ [99, 137, 191, 193, 200].

Жалобы на зрительный дискомфорт

Субъективная оценка жалоб на зрительный дискомфорт при исходном обследовании и в динамике оценивалась по 10-балльной шкале, широко используемой в литературе [137, 144, 193], где 0 – отсутствие жалоб, 10 – выраженные (изнурительные) жалобы на плавающие помутнения. Исследования проводились при первичном приеме (исходные данные), затем через 2 недели, 3 мес., 6 мес., 12 мес. (таблица 23).

Таблица 23 – Оценка жалоб на зрительный дискомфорт в исследуемых группах и группе контроля

Сроки наблюдения	Ранний ЛВ (n = 55) M ± SD	Отсроченный ЛВ (n = 52) M ± SD	Контроль (n = 53) M ± SD]	Р критерий Крускала- Уоллиса	Р, Критерий Данна с поправкой Холмса
	1	2	3		
исходно	9,35±0,13	9,33±0,13	9,13±0,11	0,184	-
2 нед.	1,58±0,13 *	1,69±0,12 *	8,96±0,11 *	< 0,001	1-3< 0,001 2-3< 0,001 1-2>0,05
3 мес.	1,47±0,11 *	1,65±0,11 *	8,79±0,12 *	< 0,001	1-3< 0,001 2-3< 0,001 1-2>0,05
6 мес.	1,76±0,26 *	1,6±0,1 *	8,28±0,15 *	< 0,001	1-3< 0,001 2-3< 0,001 1-2>0,05
12 мес.	1,36±0,08 *	1,6±0,1 *	8,26±0,15 *	< 0,001	1-3< 0,001 2-3< 0,001 1-2>0,05
p# Friedman test	< 0,001	< 0,001	< 0,001		

Примечание: p – критерий Краскела-Уоллиса, апостериорные сравнения – с помощью критерия Данна с поправкой Холма.

Как видно из таблицы 23, во всех трех группах в динамике от исходного до периода 12 месяцев наблюдаются статистически значимые улучшения; однако имеется наличие значимых статистических различий между результатами раннего, отсроченного ЛВ (1, 2) и группы контроля (3) во всех периодах наблюдения.

По результатам таблицы 23 вычислена клиническая эффективность – разница между исходными значениями и через 12 мес. (рисунок 28).

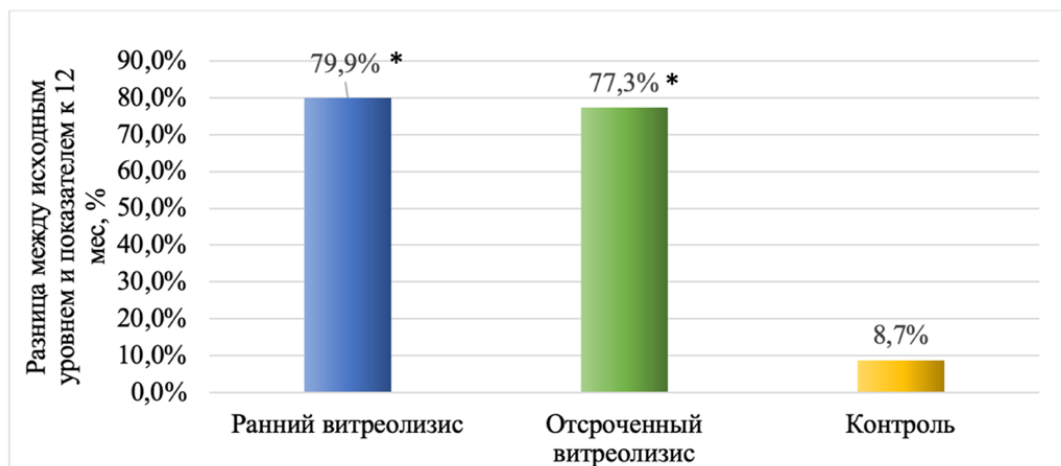


Рисунок 28 – Сравнительная оценка изменений уровня жалоб на зрительный дискомфорт за период 12 месяцев в исследуемых группах и в контроле

Примечание: * – статистически значимое уменьшение жалоб на зрительный дискомфорт по сравнению с группой контроля ($p < 0,05$).

Результаты рисунка 28 показывают, что ранний витреолизис имеет наибольшую разницу (79,9%) уменьшения жалоб на зрительный дискомфорт по сравнению с контролем (8,7%) и сопоставимые данные с группой отсроченного ЛВ (77,3%). Полученные результаты совпадают с исследованиями Shah C.P. и Heier J.S. (2017) [193]. Следует отметить, что Нормаев Б.А. (2019) разработал тест-опросник для оценки субъективного качества зрения и показал достоверные изменения уровня жалоб пациентов до и после проведения традиционного ИАГ-лазерного витреолизиса [17].

Оценка удовлетворенности лечением по пятиуровневой качественной шкале

Субъективную оценку удовлетворенности лечением – лазерным витреолизисом исследовали через 12 мес. согласно пятиуровневой качественной шкале, описанной Y.M. Delaney с соавт.: 1 – «хуже», 2 - «без динамики»; 3 - «частичный успех»; 4 –

«значительный успех»; 5 – «полный успех» [83]. Следует отметить, что результаты субъективной оценки удовлетворенностью лазерным витреолизисом у двух исследуемых групп показали, что отсутствовали первые 2 уровня: «хуже» и «без динамики», в связи с этим, на рисунке 29 представлены только 3 уровня: «частичный успех», «значительный успех», «полный успех». Рассчитано значение клинической успешности (полный успех + значительный успех) [193].

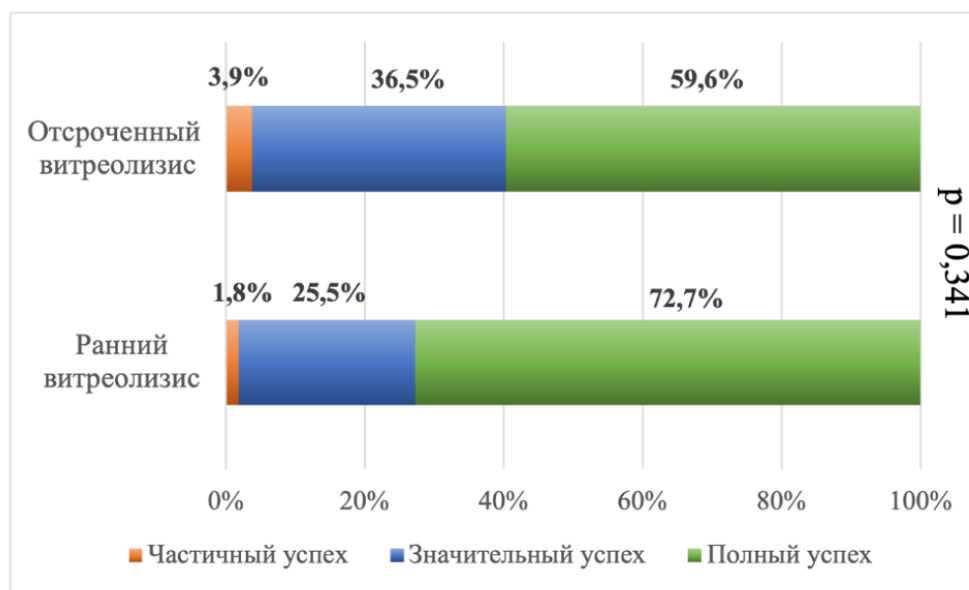


Рисунок 29 – Субъективная оценка удовлетворенности по пятиуровневой качественной шкале между группами сравнения.

Данные рисунка 29 свидетельствуют, что анализ удовлетворенности при раннем и отсроченном ЛВ (полный успех – 72,7%; 59,6% значительный успех 25,5%; 36,5% частичный успех – 1,8%; 3,9%, соответственно) был сопоставим между группами сравнения ($p = 0,341$). При этом наблюдался более высокий результат «полного успеха» - 72,7%, чем при отсроченном ЛВ – 59,6%, но не достигал статистической значимости. Представленные данные соответствуют данным литературы о частоте значительного и полного улучшения после ЛВ кольца Вейса в 56,2 - 72,73 % случаях [137, 160, 200].

Выявлено, что первой причиной одного случая «частичного успеха» в группе отсроченного витреолизиса было остаточное помутнение, расположенное на расстоянии 2,3 мм от сетчатки (рисунок 26), которое является недостаточным для

проведения ЛВ согласно инструкции от производителя лазерного оборудования. Пациенту предложен повторный осмотр через 1 месяц для решения возможности и необходимости дополнительного сеанса витреолизиса при увеличении расстояния до 3 мм от сетчатки или консультирование у витреоретинального хирурга, если расстояние не увеличится. Второй причиной «частичного успеха» по одному случаю в обеих группах было образование в ретролентальном пространстве плавающего помутнения (рисунок 30), названного в литературе дуэтом помутнений («a Weiss ring plus fluffy anterior, inferior floaters») [193].

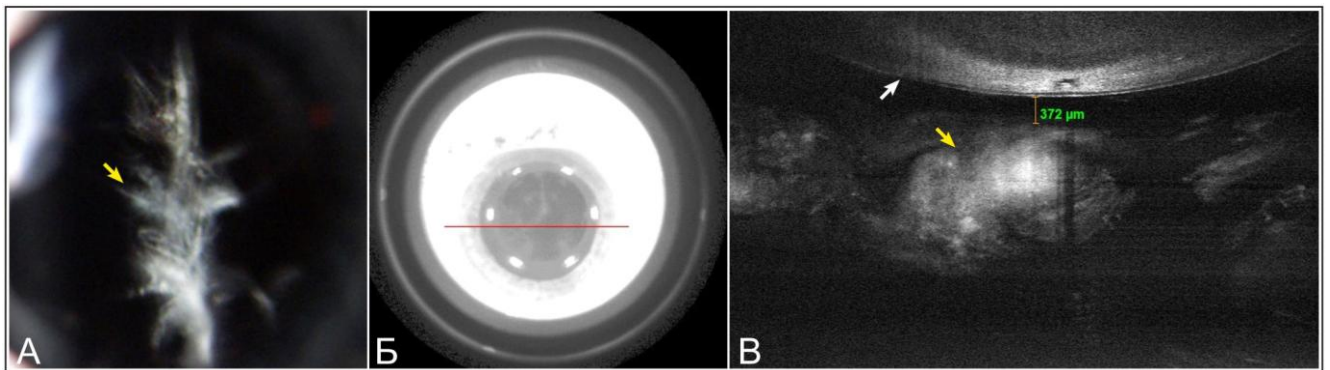


Рисунок 30 – Ретролентальное помутнение, выявленное у пациента через 6 мес. после лазерного витреолизиса из группы раннего витреолизиса (пациент Г., 56 лет). А – фотография с видеощелевой лампы SL9900 (CSO) в режиме непрямого освещения ретролентального пространства: желтая стрелка указывает на белесоватое помутнение по типу «стекловаты» или «снежного призрака» (помутнение появляется только при движении глаза); Б – вид с камеры наведения: красная линия указывает на направление сканирования в центральной зоне зрачка; В – соответствующий горизонтальный линейный скан ОКТ (SOLIX) в режиме FullRange: белая стрелка указывает на заднюю капсулу хрусталика; желтая стрелка – на гиперрефлективное неоднородное ретролентальное помутнение; расстояние от задней капсулы хрусталика до помутнения – 372 мкм.

Таким образом, результаты исследования клинической эффективности раннего ЛВ в сравнительном аспекте с группой отсроченного ЛВ и контроля показали:

- улучшение МКОЗ на 0,176, сопоставимое с отсроченным ЛВ (0,123), но наличием статистически значимой разницы с контрольной группой (0,048);
- полное устранение тени помутнения в 74,5% сопоставимое с группой отсроченного ЛВ - 63,5 % ($p > 0,05$);

- статистически значимое улучшение качества жизни при раннем витреоллизисе в динамике по всем категориям исследований (зрение вдаль, зрение вблизи, вождение, периферическое зрение, социальное функционирование, психическое здоровье), примером может служить повышение общей оценки КЖ – на 66,15%; сопоставимое с отсроченным витреоллизисом (65,49%), но значительно превышающее таковое в контрольной группе (8,24%);
- уменьшение жалоб на зрительный дискомфорт (79,9%), сопоставимое с группой отсроченного ЛВ (77,3%);
- достижение «полного успеха» удовлетворенности лазерным витреоллизисом в 72,7%, чем при отсроченном ЛВ - 59,6%.

Представленные результаты соответствуют данным литературы относительно традиционного ЛВ и касаются улучшения МКОЗ [35, 44, 98,]; повышения качества жизни [99, 191, 193, 200], значительного уменьшения зрительного дискомфорта (улучшения качества зрения) [17], высокой субъективной удовлетворенности ЛВ [137, 193, 200], что доказывает эффективность проведения раннего лазерного витреоллизиса при полной ЗОСТ.

4.3. Оценка корреляционной связи между функциональными, морфометрическими показателями и качеством жизни

В основу оценки корреляционной связи в группах проспективного анализа между результатами комплексного обследования и полученных клинико-функциональных, объективных и субъективных показателей нами определены «жалобы на зрительный дискомфорт». Выбор именно данного факта основан главной причиной обращения пациентов к офтальмологу.

Проведена оценка коэффициента корреляционной связи по Спирмену между «жалобами на зрительный дискомфорт» и всеми полученными результатами исследований исходных данных из общего количества пациентов (раннего ЛВ, отсроченного ЛВ и контроля). Анализ результатов показал отсутствие корреляционной связи между «жалобами на зрительный дискомфорт» и возрастом,

полом, рефракцией, ПЗО, толщиной хрусталика, сетчатки. Наиболее значимые показатели корреляционного анализа представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Сравнительная оценка коэффициентов корреляционной связи Спирмена между «жалобами на зрительный дискомфорт» и результатами исследований из общего количества пациентов с кольцом Вейса

Показатели	Коэффициент корреляционной связи Спирмена (n=160)	
МКОЗ	$r_s = -0,128$	$p = 0,003$
Общая оценка КЖ	$r_s = -0,563$	$p < 0,001$
Психическое здоровье КЖ	$r_s = -0,701$	$p < 0,001$
Площадь тени помутнения	$r_s = 0,691$	$p < 0,001$
Степень затемнения макулы	$r_s = 0,591$	$p < 0,001$
Расстояние от сетчатки до помутнения	$r_s = -0,528$	$p < 0,001$
Срок до операции	$r_s = 0,761$	$p < 0,001$

Как видно из таблицы 24, исследование корреляционной связи по Спирмену между «жалобами на зрительный дискомфорт» и исследуемыми показателями выявили следующие результаты:

- сильная положительная связь с категорией «срок до операции» $r_s = 0,761$ ($p < 0,001$);
- обратная сильная связь с параметром «психическое здоровье КЖ» - $r_s = - 0,701$ ($p < 0,001$);
- средняя положительная связь с «площадью тени помутнения» $r_s = 0,691$ ($p < 0,001$); «степенью затемнения макулы» $r_s = 0,591$ ($p < 0,001$);
- средняя обратная связь с параметрами «расстояние от сетчатки до помутнения» $r_s = - 0,528$ ($p < 0,001$); с «качество жизни (общая оценка)» $r_s = - 0,563$ ($p < 0,001$);
- слабая обратная связь с МКОЗ $r_s = - 0,128$ ($p < 0,001$), это можно объяснить, что в основном острота зрения в большинстве случаев остается достаточно высокой и у

некоторых пациентов происходит адаптация к сниженному зрению с течением времени.

Учитывая, что симптоматические помутнения стекловидного тела значительно ухудшают качество жизни, в связи с чем пациенты были готовы в среднем принять 11%-й риск смерти и 7%-й риск слепоты и готовы пожертвовать 1,1 годом из каждых 10 лет своей оставшейся жизни, чтобы устранить данные симптомы [222], поэтому некоторым пациентам требуется вмешательство на ранних стадиях симптомов при полной ЗОСТ [101]. В связи с этим, выполнен анализ силы корреляционных связей между «сроком до операции» (длительностью ожидания ЛВ) и всеми объективными и субъективными показателями.

Выявлено, что отсутствует корреляционная связь между категорией «срок до операции» и возрастом, полом, рефракцией, МКОЗ, биометрией (толщиной) хрусталика, толщиной сетчатки. В таблице 25 представлены наиболее значимые показатели корреляционного анализа «срок до операции» в группах сравнения: раннего и отсроченного ЛВ.

Таблица 25 – Сравнительная оценка корреляционной связи по Спирмену между категорией «срок до операции» и объективными, субъективными показателями раннего и отсроченного витреолизиса.

Параметры	Ранний ЛВ n = 55	Отсроченный ЛВ n = 52
Психическое здоровье	$r_s = 0,791$ $p < 0,001$	$r_s = 0,488$ $p < 0,001$
Жалобы на зрительный дискомфорт	$r_s = -0,809$ $p < 0,001$	$r_s = -0,697$ $p < 0,001$
Площадь тени помутнения	$r_s = -0,745$ $p < 0,001$	$r_s = -0,512$ $p < 0,001$
Степень затемнения макулы	$r_s = -0,643$ $p < 0,001$	$r_s = -0,558$ $p = 0,001$
Расстояние от сетчатки до кольца Вейса	$r_s = 0,786$ $p < 0,001$	$r_s = 0,351$ $p = 0,011$

Описание оценки межгрупповой корреляционной связи таблицы 25, представлена на рисунках 31 - 34.

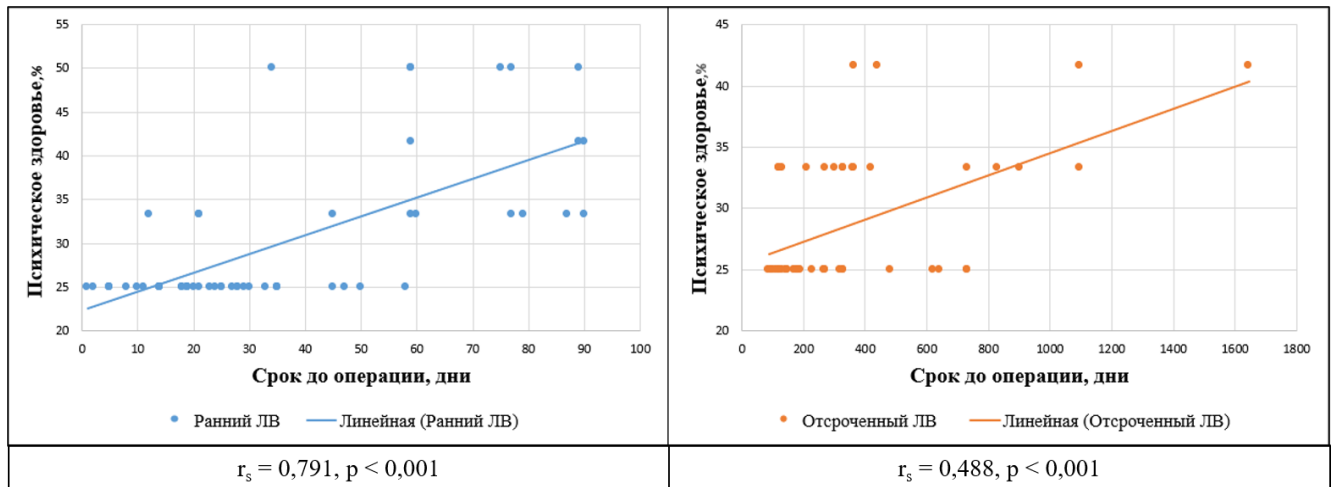


Рисунок 31 – Корреляционная связь между «сроком до операции» и «психическим здоровьем». По оси X отложен «срок до операции» (дни), по оси Y – психическое здоровье в %.

Как видно из рисунка 31 выявлена сильная положительная связь с категорией «психическое здоровье» ($r_s = 0,791$, $p < 0,001$), умеренная положительная связь в группе отсроченного ЛВ ($r_s = 0,488$, $p < 0,001$). Из таблицы 24 можно сделать вывод: чем дольше «срок до операции», тем сильнее страдает «психическое здоровье» у пациентов, поэтому многие пациенты стараются оперироваться в ранние сроки появления кольца Вейса при полной ЗОСТ.

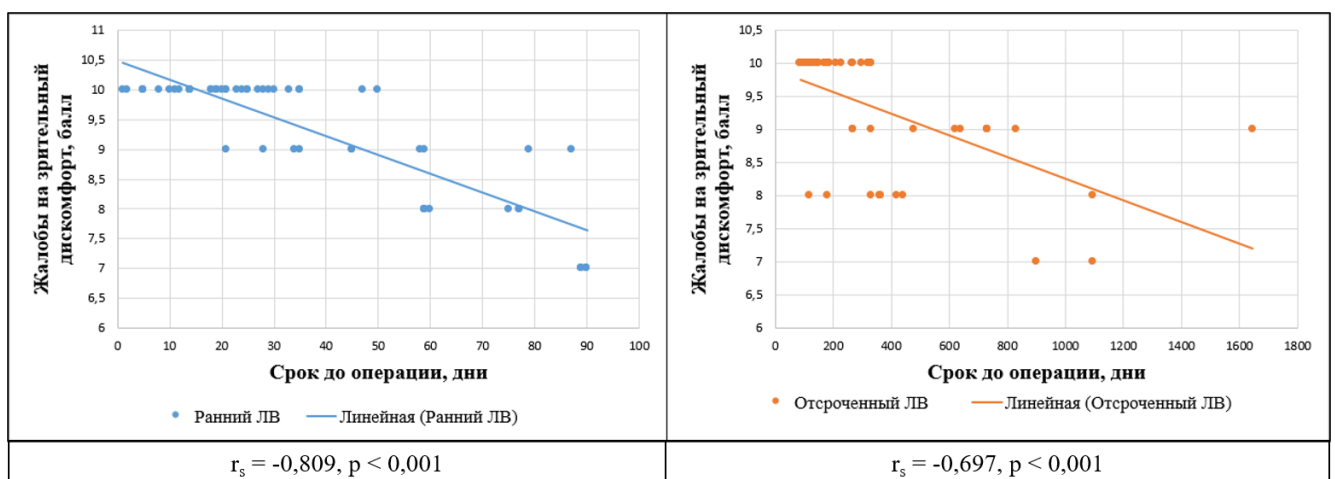


Рисунок 32 – Корреляционная связь между «сроком до операции» и «жалобами на зрительный дискомфорт». По оси X отложен «срок до операции» (дни), по оси Y – жалобы на зрительный дискомфорт в баллах.

На рисунке 32 представлена сильная отрицательная связь между «сроком до операции» и «жалобами на зрительный дискомфорт» в группе раннего ЛВ ($r_s = -0,809$, $p < 0,001$), умеренная отрицательная связь в группе отсроченного ЛВ ($r_s = -0,697$, $p < 0,001$). Можно сделать вывод: чем больше жалоб на зрительный дискомфорт, тем пациенты оперируются раньше и срок до операции уменьшается.

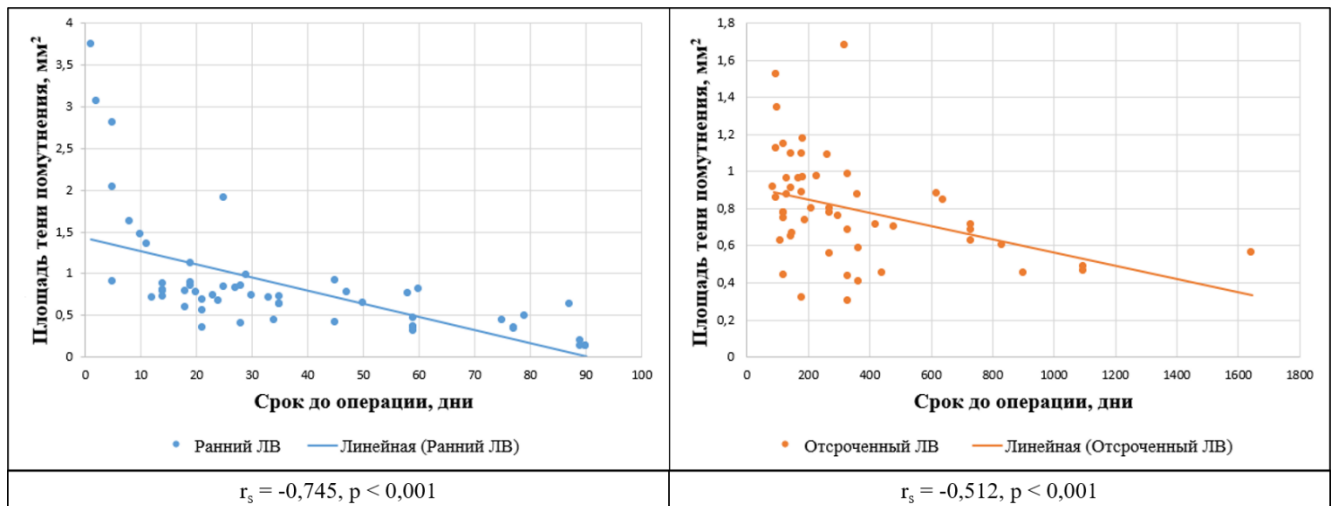


Рисунок 33 – корреляционная связь между «сроком до операции» и «площадью помутнений». По оси X отложен «срок до операции» (дни), по оси Y – площадь тени помутнений (мм^2).

Данные рисунка 33 показывают, что выявлена сильная отрицательная связь с категорией «площадь тени помутнения» в группе раннего ЛВ ($r_s = -0,745$, $p < 0,001$), умеренная отрицательная связь в группе отсроченного ЛВ ($r_s = -0,512$, $p < 0,001$). Можно сделать вывод: чем больше площадь помутнений, тем пациенты оперируются раньше и уменьшается срок до операции.

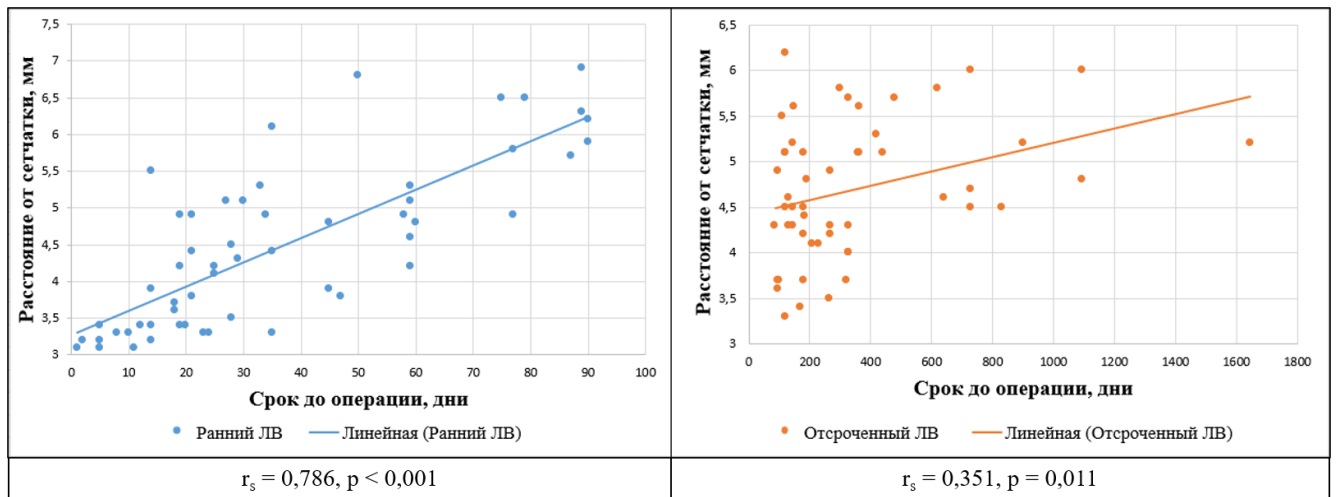


Рисунок 34 – Корреляционная связь между «сроком до операции» и «расстоянием от сетчатки до кольца Вейса» до помутнения. По оси X отложен «срок до операции» (дни), по оси Y – расстояние от сетчатки до помутнения (мм).

Как видно из рисунка 34 определяется сильная положительная связь с категорией «расстояние от сетчатки до кольца Вейса» в группе раннего ЛВ ($r_s = 0,786$, $p < 0,001$), умеренная положительная связь в группе отсроченного ЛВ ($r_s = 0,351$, $p = 0,011$). Это можно объяснить тем, что расстояние от сетчатки до кольца Вейса зависит от уровня ЗГМ и в раннем периоде ЗОСТ располагается ближе к сетчатке, при этом создает большую площадь тени, что показано на рисунке на 28 и в таблице 22, в связи с этим, у пациентов увеличивается дискомфорт и пациенты оперируются раньше. Но необходимо отметить, что согласно инструкции производителя [88] лазерного оборудования, необходимо соблюдать безопасное расстояние – не менее 3 мм от сетчатки.

Анализ исследования корреляционной связи по Спирмену определил сильную положительную связь между жалобами на зрительный дискомфорт и категорией «срок до операции» $r_s = 0,761$ ($p < 0,001$) и сильную отрицательную связь с «психическим здоровьем» - $r_s = -0,701$ ($p < 0,001$). Это можно объяснить тяжестью страдания пациентов от длительности ожидания операции в связи наличием выраженных симптоматических помутнений и необходимости раннего лечения после появления симптоматического кольца Вейса на фоне полной ЗОСТ. Кроме этого, внутригрупповой анализ корреляции между «сроком до операции» и

«жалобами на зрительный дискомфорт» показал достоверно высокую сильную обратную связь ($r_s = -0,809$, $p < 0,001$), сильную положительную связь с категорией «психическое здоровье» КЖ ($r_s = 0,791$, $p < 0,001$) в группе раннего витреолизиса по сравнению с показателями корреляционной связи ($r_s = -0,697$; $r_s = 0,488$, соответственно) в группе отсроченного витреолизиса, что подтверждает необходимость некоторых пациентов срочно избавиться от выраженных симптоматических помутнений, которые становятся физически и психологически изнурительными [101, 115, 220].

Результаты исследования данных корреляционных связей представлены впервые. В литературе описана достоверная сильная отрицательная корреляционная связь между площадью теней плавающих помутнений, полученными на инфракрасных фотографиях глазного дна, с качеством жизни до лечения [207]. Хзарджан Ю.Ю. в 2021 году, используя метод микропериметрии при плавающих помутнениях стекловидного тела, выявила обратную корреляционную связь между площадью помутнения стекловидного тела и светочувствительностью сетчатки ($rx/y = -0,48$, $p = 0,0001$), а также обратную корреляционную связь между индексом затемнения сетчатки и светочувствительностью ($rx/y = -0,397$, $p = 0,0001$) [35].

Таким образом, в данной главе представлены результаты исследования:

I. подтверждающие безопасность раннего лазерного витреолизиса кольца Вейса в сравнительном аспекте с группой отсроченного витреолизиса и контроля:

- минимальная частота интраоперационных осложнений при ретроспективном анализе в виде 1 случая (0,22%) субретинального кровоизлияния, сопоставимая с группой отсроченного ЛВ (0,37%);
- отсутствие интраоперационных осложнений при проспективных исследованиях;
- низкую частоту послеоперационных разрывов сетчатки – 1,8 % против 5,7 % при отсроченном ЛВ и аналогичных значениях естественного течения ЗОСТ в группе контроля – 5,7 % ($p = 0,52$);
- отсутствие изменений ВГД за весь период наблюдения во всех трех группах;

- отсутствие изменений морфометрических показателей толщины хрусталика, толщины сетчатки в области фовеа и парафовеа;

II. подтверждающие клиническую эффективность раннего ЛВ по сравнению с отсроченным ЛВ и группой контроля:

- улучшение МКОЗ на 0,176 от исходного исследования через 12 месяцев, сопоставимое с группой отсроченного ЛВ – на 0,123, но с достоверной разницей с контрольной группой, в которой наблюдалось незначительное улучшение – на 0,048;

- полное удаление помутнений в 74,5% в группе раннего ЛВ по сравнению с группой отсроченного ЛВ – 63,5%, определенного методом объективного исследования коэффициента остаточной тени помутнения на сетчатке (КОТП) (Патент на изобретение RU 2846835 от 17.09.2025).

- статистически значимое улучшение качества жизни по всем категориям исследований (зрение вдаль, зрение вблизи, вождение, периферическое зрение, социальное функционирование, психическое здоровье), сопоставимое с отсроченным витреолизисом, но статистически значительно превышающее таковое в контрольной группе;

- наличие более высокой частоты удовлетворенности пациентов результатом лазерного витреолизиса в виде «полного успеха» - 72,7%, но сопоставимое по сравнению с группой отсроченного ЛВ - 59,6%.

На основании вышеизложенных результатов, можно сделать вывод, что проведенное комплексное исследование подтверждает безопасность и клиническую эффективность проведения раннего лазерного витреолизиса.

III. Результаты корреляционной связи по Спирмену показали:

- сильную положительную связь между «жалобами на зрительный дискомфорт» и параметром «срок до операции» $r_s = 0,761$ ($p < 0,001$) и сильную обратную связь с «психическим здоровьем» - $r_s = - 0,701$ ($p < 0,001$). Это можно объяснить тяжестью страдания пациентов от длительности ожидания операции в связи наличием выраженных симптоматических помутнений и необходимости раннего лечения после появления симптоматического кольца Вейса на фоне полной ЗОСТ.

- сильную обратную связь между «сроком до операции» и «жалобами на зрительный дискомфорт» ($r_s = -0,809$, $p < 0,001$), сильную положительную связь с параметром «психическое здоровье» КЖ ($r_s = 0,791$, $p < 0,001$) в группе раннего витреолизиса по сравнению с показателями корреляционной связи ($r_s = -0,697$; $r_s = 0,488$, соответственно) в группе отсроченного витреолизиса, что подтверждает необходимость у некоторых пациентов избавиться в ранние сроки от выраженных симптоматических помутнений, которые становятся физически и психологически изнурительными [101, 115, 220].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В стекловидном теле (СТ) здорового человека на протяжении всей жизни протекают два основных возрастных процесса: разжижение (синхизис) и агрегация коллагеновых фибрилл в плотные пучки (синерезис) [32, 81, 111, 117, 220].

Финалом происходящей в СТ прогрессирующей возрастной или патологической деградации является ЗОСТ, которая на начальных стадиях отслоения ЗГМ от области парафовеа протекает медленно, растягиваясь на месяцы и годы, однако на стадии отслоения СТ от диска зрительного нерва процесс становится острым с внезапным появлением плавающих помутнений по типу кольца Вейса, имеющие разнообразные формы [3, 7, 125, 184]. Симптоматические плавающие помутнения стекловидного тела по типу кольца Вейса, могут значительно снижать качество жизни, трудоспособность, быть психологически изнурительными для пациентов [10, 97, 101, 193, 224]. Для пациентов трудоспособного возраста с симптоматическими плавающими помутнениями, особенно имеющих высокие требования к остроте зрения, «ожидание» и «наблюдение» может оказаться трудным или даже неприемлемым вариантом [63].

Клиническое выявление помутнения по типу кольца Вейса не всегда соответствует полной ЗОСТ в связи наличием остаточного витреоретинального контакта стекловидного тела к сетчатке, которые могут вызвать клапанные разрывы и отслойку сетчатки [22, 39, 70, 135, 184, 219, 228].

Существует два основных вида хирургического лечения: задняя витрэктомия и YAG-лазерный витреолизис. По данным литературы, задняя витрэктомия может осложняться ятрогенными разрывами, отслойкой сетчатки, развитием катаракт [41, 59, 160]. В связи с этим, имеются значительные затруднения в обосновании показаний к задней витрэктомии при небольших плавающих помутнениях СТ, особенно в здоровых глазах с высокой остротой зрения [180].

YAG - лазерный витреолизис является альтернативным методом, который может быть предложен для лечения симптоматических помутнений в стекловидном теле в связи с наличием ряда преимуществ: неинвазивностью, низким процентом интра-

и послеоперационных осложнений, а также экономической целесообразностью [98, 101, 198].

По данным многих авторов, условием для безопасного проведения лазерного витреолизиса плавающих помутнений стекловидного тела является наличие полной ЗОСТ [101, 130, 149, 160, 193]. Однако остается дискуссионным вопрос о сроках проведения лазерного витреолизиса плавающих помутнений после полной ЗОСТ. Так, одни авторы считают, что можно проводить лазерное лечение помутнений после 2-х месяцев наблюдения [8, 17]; другие – 3 -х и более месяцев [35, 55, 99, 137], не менее 6–12 месяцев [97, 130, 144, 200]. Авторы связывают необходимость длительного наблюдения за состоянием пациентов в связи с опасностью возникновения разрывов сетчатки во время острой ЗОСТ и в отдаленном периоде наблюдения [130, 136]. Ряд авторов считают, что с клинической точки зрения, при наличии полной ЗОСТ является непрактичным выжидание длительных сроков до 6 мес. и более, потому что многим пациентам требуется вмешательство на ранних стадиях симптомов [63, 101, 222]. В 2024 году Hangshuai Zh. et al. не только описали «ранний» (ЛВ – с 28 дней до 3-х месяцев), но и «отсроченный ИАГ-лазерный витреолизис» («early YAG laser vitreolysis», «delayed YAG laser vitreolysis»), проводимый через 3 мес. после первичного приема при полной ЗОСТ, но не представили результаты исследований, а только презентовали начало научной работы [101].

По данным литературы, лазерный витреолизис остается спорной проблемой из-за отсутствия качественных доказательств эффективности лечения и частоты полученных осложнений по сравнению с контрольной группой [17, 35, 44, 120, 160,]. В связи с этим, целью работы явилась разработка показаний и комплексная оценка безопасности и клинической эффективности раннего лазерного витреолизиса помутнений по типу кольца Вейса.

Исследование проведено на базе клиники «ЦЕНТР ЗРЕНИЯ» (г. Челябинск). В рамках исследования проводились ретроспективный одномоментный анализ историй болезни за период с августа 2016 по декабрь 2024 года и проспективные собственные исследования автора работы. В исследовании приняли участие

пациенты с СПП по типу кольца Вейса, пролеченные методом лазерного витреолизиса (ЛВ) в сроки до 3 месяцев после полной ЗОСТ (группа 1 – раннего ЛВ), пациенты с кольцами Вейса, пролеченные в сроки 3 месяцев и более после полной ЗОСТ (группа 2 – отсроченного ЛВ). Группа контроля включала нелеченных пациентов с СПП по типу колец Вейса с полной ЗОСТ (группа 3 – контроль).

Первый этап был направлен на изучение безопасности проведения раннего ЛВ и традиционного (отсроченного) ЛВ методом ретроспективного анализа частоты интраоперационных осложнений, количества сеансов, сравнительное исследование продолжительности выраженных симптомов помутнений по типу кольца Вейса от момента появления жалоб до лазерного витреолизиса (срок до операции).

В рамках данного этапа был выполнен ретроспективный одномоментный анализ амбулаторных карт 966 пациентов (1187 глаз) в возрасте от 26 до 91 года, средний возраст 61 [56,00; 68,00] год. Проведен комплексный анализ двух групп: 1 – группа раннего ЛВ (355 глаз, 29,9%), которым лазерный витреолизис проведен до 3 мес. при появлении симптоматических плавающих помутнений (СПП) в виде кольца Вейса после полной ЗОСТ, 2 – группа отсроченного ЛВ (832 глаза, 70,1%) – в сроки 3 мес. и более на фоне полного отслоения задней гиалоидной мембраны (ЗГМ).

Большинство пациентов в группе раннего витреолизиса были оперированы в сроки от 1 до 4 недель и от 4 до 8 недель (12%, 11,9%, соответственно), в группе отсроченного витреолизиса - в период от 12 до 60 мес. При раннем витреолизисе было проведено 453 сеанса лазерного лечения, при отсроченном – 1079. В обеих группах ретроспективного анализа преобладал один сеанс ЛВ (81,1% и 77,3%, соответственно), наименьшее количество в обеих группах составили 4–6 сеансов. В группе раннего витреолизиса было одно интратетинальное осложнение (0,22%) в виде еле заметного субретинального кровоизлияния, в группе отсроченного витреолизиса - 4 (0,37%) случая, из них: 3 (0,28%) субретинальных кровоизлияния, 1 (0,09%) повреждение задней капсулы при артифакции.

Второй этап был посвящен изучению безопасности и клинической эффективности проведения раннего ЛВ при проспективном исследовании по

сравнению с результатами с группой отсроченного ЛВ и естественного течения состояния в контрольной группе на основе комплексной оценки: частоты интраоперационных осложнений; используемых параметров во время операции (энергия в импульсе воздействия, количество импульсов, суммарная энергия); частота послеоперационных осложнений, клинико-функциональных показателей (МКОЗ, ВГД), объективных морфометрических показателей переднего отрезка глаза (биометрия хрусталика), сетчатки: толщины фовеальной, парафовеальной сетчатки, измерение площади ретинальной тени от помутнения, вычисление коэффициента остаточной тени помутнения (КОТП) после каждого сеанса лазерного витреолизиса; субъективных ощущений: качество жизни по опроснику VFSQ-13 [137], жалоб на зрительный дискомфорт по 10-балльной шкале самооценки, удовлетворенности операцией по пятиуровневой качественной шкале [83, 193] в динамике по периодам исследований до 12 месяцев; изучение оценки коэффициента корреляционной межгрупповой связи по Спирмену между «жалобами на зрительный дискомфорт» и всеми полученными результатами исследований исходных данных из общего количества пациентов (раннего ЛВ, отсроченного ЛВ и контроля), внутригрупповой связи между «сроком до операции» (длительностью ожидания ЛВ) и всеми объективными и субъективными показателями.

В рамках этапа проспективных исследований были выделены две основные группы пациентов с наличием СПП по типу кольца Вейса: группа 1 (ранний ЛВ), включала 55 пациентов (55 глаз), которым лазерный витреолизис был выполнен после появления полной ЗОСТ в сроки до 3 мес.; группа 2 (отсроченный ЛВ) – 52 пациента (52 глаза), которым лазерный витреолизис проведен в период 3 мес. более на фоне полной отслойки ЗГМ. Контрольной группой (контроль) служили 53 пациента (53 глаза) с наличием кольца Вейса и полной ЗОСТ, которым лазерный витреолизис не выполнялся.

Для определения безопасности проведения раннего лазерного витреолизиса проведен комплекс исследований: частота интраоперационных и послеоперационных осложнений; уровень внутриглазного давления (ВГД);

объективные морфометрические параметры: биометрия хрусталика, фовеальная и парафовеальная толщина сетчатки.

Клиническая эффективность определялась по следующим показателям: функциональному: МКОЗ; объективному - коэффициенту остаточной площади помутнения тени на сетчатке после каждого сеанса лазерного витреолизиса; субъективным: оценке качества жизни по опроснику симптомов плавающих помутнений стекловидного тела VFSQ-13 [137], оценке жалоб на зрительный дискомфорт по 10-балльной шкале самооценки [193, 199] до и после проведения лазерного витреолизиса в динамике; оценка удовлетворенности лазерным лечением проводилась на основе пятиуровневой качественной шкалы [83, 137, 200]. Определена корреляционная зависимость между изучаемыми параметрами по Спирмену.

Таким образом, проведенный комплекс обследований позволил представить следующие результаты:

I. подтверждающие безопасность раннего лазерного витреолизиса кольца Вейса в сравнительном аспекте с группой отсроченного витреолизиса и контроля:

- отсутствие интраоперационных осложнений при проспективных исследованиях, минимальную их частоту при ретроспективном анализе - 0,22 %, сопоставимую с группой отсроченного ЛВ – 0,37 % ($p = 1,0$);
- низкую частоту послеоперационных разрывов сетчатки – 1,8 % против 5,7 % при отсроченном ЛВ и аналогичных значениях естественного течения ЗОСТ в группе контроля – 5,7 % ($p = 0,52$);
- отсутствие изменений ВГД за весь период наблюдения во всех трех группах;
- отсутствие изменений морфометрических показателей толщины хрусталика, толщины сетчатки в области фовеа и парафовеа;

II. подтверждающие клиническую эффективность раннего ЛВ по сравнению с отсроченным ЛВ и группой контроля:

- улучшение МКОЗ на 0,176 от исходного исследования через 12 месяцев, сопоставимое с группой отсроченного ЛВ – на 0,123, но с достоверной разницей с

контрольной группой, в которой наблюдалось незначительное улучшение – на 0,048;

- полное удаление помутнений в 74,5% в группе раннего ЛВ по сравнению с группой отсроченного ЛВ – 63,5% ($p > 0,05$), определенная методом объективного исследования коэффициента остаточной тени помутнения на сетчатке (КОТП) (Патент на изобретение RU 2846835 от 17.09.2025).

- статистически значимое улучшение качества жизни по всем категориям исследований (зрение вдаль, зрение вблизи, вождение, периферическое зрение, социальное функционирование, психическое здоровье), сопоставимое с отсроченным витреолизисом, но статистически значительно превышающее таковое в контрольной группе;

- наличие высокой удовлетворенности пациентов результатом лазерного витреолизиса в виде «полного успеха» - 72,7% по сравнению с группой отсроченного ЛВ - 59,6% ($p > 0,05$).

На основании вышеизложенных результатов, можно сделать вывод, что проведенное комплексное исследование подтверждает безопасность и клиническую эффективность проведения раннего лазерного витреолизиса.

III. Результаты корреляционной связи по Спирмену показали:

- сильную положительную связь между «жалобами на зрительный дискомфорт» и параметром «срок до операции» $r_s = 0,761$ ($p < 0,001$) и сильную обратную связь с «психическим здоровьем» - $r_s = -0,701$ ($p < 0,001$). Это можно объяснить тяжестью страдания пациентов от длительности ожидания операции в связи наличием выраженных симптоматических помутнений и необходимости раннего лечения после появления симптоматического кольца Вейса на фоне полной ЗОСТ.

- сильную обратную связь между «сроком до операции» и «жалобами на зрительный дискомфорт» ($r_s = -0,809$, $p < 0,001$), сильную положительную связь с параметром «психическое здоровье» КЖ ($r_s = 0,791$, $p < 0,001$) в группе раннего витреолизиса по сравнению с показателями корреляционной связи ($r_s = -0,697$; $r_s = 0,488$, соответственно) в группе отсроченного витреолизиса, что подтверждает необходимость у некоторых пациентов избавиться в ранние сроки при появлении

выраженных симптоматических помутнений, которые становятся физически и психологически изнурительными [101, 115, 220].

Анализ результатов комплексного обследования и корреляционного анализа позволил нам разработать показания для проведения раннего ЛВ, получить Патент РФ на изобретение RU 2025109366 от 14.07.2025, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ (ПрЭВМ №2024681369 от 18.07.2024). На основе разработанных показаний создана автоматическая программа расчета показаний к раннему витреолизису для практического применения (Свидетельство о государственной регистрации ПрЭВМ №2025669182 от 23.07.2025) «Калькулятор показаний к раннему лазерному витреолизису при симптоматических плавающих помутнениях в виде кольца Вейса», доступный по ссылке: <https://centrzreniya.ru/calculator/>. Данная автоматическая программа позволяет провести расчет наличия или отсутствия показаний к проведению раннего лазерного витреолизиса плавающих помутнений стекловидного тела по типу кольца Вейса.

ВЫВОДЫ

1. Доказана безопасность раннего лазерного витреолизиса кольца Вейса (355/1187 глаз) в сравнительном аспекте с группой отсроченного витреолизиса (832/1187 глаз) на основе сопоставимых результатов интраоперационных осложнений при ретроспективных исследованиях (0,22 %; 0,37 %, соответственно, $p = 1,0$) и их отсутствия при проспективных исследованиях; низкой частоты послеоперационных осложнений – 1,8 % против 5,7 % при отсроченном витреолизисе и аналогичных значениях в группе контроля – 5,7 % ($p = 0,52$), отсутствия изменений ВГД и морфометрических параметров толщины хрусталика и сетчатки.
2. Разработаны эффективные диагностические методы верификации остаточных витреоретинальных контактов на основе широкопольного ОКТ-сканирования периферии сетчатки для безопасного проведения раннего ЛВ (Патент на изобретение RU 2846868 от 17.09.2025).
3. Научно обоснована, разработана и апробирована в клинических условиях автоматическая программа расчета показаний к раннему лазерному витреолизису (Патент на изобретение RU 2836531 от 17.03.2025, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ (ПрЭВМ №2024681369 от 18.07.2024).
4. Разработаны объективные критерии оценки эффективности лазерного витреолизиса в виде коэффициента соотношения остаточной и исходной площади тени помутнения на сетчатке, определяемого с помощью ОКТ-ангиографии в режиме HD Angio Retina и программного обеспечения Angio Analytics (Патент на изобретение RU 2846835 от 17.09.2025).
5. Комплексная оценка эффективности раннего ЛВ кольца Вейса за период наблюдения 12 месяцев выявила полное устранение помутнения в 74,5 %, сопоставимое с группой отсроченного ЛВ – 63,5 % ($p > 0,05$); высокий функциональный результат – улучшение МКОЗ на 0,176 против 0,048 в контрольной группе ($p < 0,001$) и сопоставимый с отсроченным ЛВ – 0,123 ($p > 0,05$);

субъективное улучшение «качества жизни» по всем категориям (общая оценка КЖ – 66,2 % против 8,24 % в контроле ($p < 0,001$) и сопоставимое с группой отсроченного ЛВ – 65,5 %, $p > 0,05$); высокую самооценку удовлетворенности результатом раннего ЛВ – 72,7 % в виде «полного успеха», сопоставимую с группой отсроченного ЛВ – 59,6 %; снижение жалоб на зрительный дискомфорт на 79,9 % против 8,7 % ($p < 0,001$) в группе контроля, сопоставимое с группой отсроченного витреолизиса – 77,3 % ($p > 0,05$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При обращении пациентов с жалобами на плавающие помутнения стекловидного тела и соответствующее снижение качества жизни необходимо провести комплексное офтальмологическое обследование по отбору пациентов для проведения раннего лазерного витреолизиса.
2. Для практического применения создана автоматическая программа расчета показаний к раннему витреолизису «Калькулятор показаний к раннему лазерному витреолизису при симптоматических плавающих помутнениях в виде кольца Вейса» (ссылка: <https://centrzreniya.ru/calculator/>).
3. Для определения полной ЗОСТ рекомендуется использовать объективный метод оценки остаточных витреоретинальных контактов методом широкопольного ОКТ-сканирования.
4. Для решения вопроса о необходимости повторного сеанса лазерного витреолизиса использовать объективный метод выявления коэффициента остаточной площади ретинальной тени в категории «частично удовлетворительный» (от 11 до 30 %) с помощью ОКТ-ангиографии в режиме HD Angio Retina, программного обеспечения Angio Analytics.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВГД – внутриглазное давление

ВМП – внутренняя пограничная мембрана

ВМТС – витреомакулярный тракционный синдром

ВРП – витреоретинальный пучок

ВЭ – витрэктомия

ЗГМ – задняя гиалоидная мембрана

ЗКХ – задняя капсула хрусталика

ЗО – зрительные ощущения

ЗОСТ – задняя отслойка стекловидного тела

ИАГ – иттрий-алюминиевый гранат

ИПСТ – интенсивность помутнения стекловидного тела

КОТП – коэффициент остаточной тени помутнения

КЖ-20 – опросник «качества жизни»

КЧ – контрастная чувствительность

ЛВ – лазерный витреолизис

ЛКС – лазерная коагуляция сетчатки

МКОЗ – максимальная коррегированная острота зрения

НВК – наличие витреоретинального контакта

ОКТ – оптическая когерентная томография

ПВХРД – периферическая витреохориоретинальная дегенерация

ПЗО – передне-задняя ось

ПрЭВМ - программа электронной вычислительной машины

РОС – ретинальная отслойка сетчатки

СПП – симптоматическое плавающее помутнение

СТ – стекловидное тело

УЗИ – ультразвуковое исследование

ЭРМ – эпиретинальная мембрана

VFSQ – 13 – Vitreous Floaters Symptom Questionnaire

NEI VFQ-25 - National Eye Institute Visual Function Questionnaire-25

FAZ – фовеолярная аваскулярная зона

FrACT – Freiburg Visual Acuity and Contrast Test

VF-14 – The Visual Function Index

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азнабаев, Б.М. Результаты лечения плавающих помутнений стекловидного тела с использованием YAG-лазерной установки с коаксиальным делителем света / Б.М. Азнабаев, Т. Р. Мухамадеев, А.А. Александров [и др.] // Офтальмология. – 2018. – Т. 15, № 4. – С. 411-415.
2. Аль-Рашид, З.Ж. Изменения показателей качества жизни при оперативном лечении отслойки сетчатки / З.Ж. Аль-Рашид, А.В. Малышев, О.И. Лысенко // Офтальмологические ведомости. – 2014. – Т. 7, № 2. – С. 23-29.
3. Бойко, Э.В. Отслойка задней гиалоидной мембраны: понятие, распространенность, классификация, клиника и возможные причины / Э.В. Бойко, А.А. Суетов, Д.С. Мальцев // Офтальмологические ведомости. – 2009. – Т. 2, № 3. – С. 39-46.
4. Бойко, Э.В. Современные возможности визуализации витреоретинальных структур: проблемы и перспективы / Э.В. Бойко, А.А. Анисимов, С.В. Чурашов [и др.] // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2016. – Т. 61, № 3. – С. 5-10.
5. Борискина, Л.Н. Анализ результатов применения лазерного витреолизиса помутнений стекловидного тела – перипапиллярного кольца задней гиалоидной мембраны на фоне полной задней отслойки стекловидного тела / Л.Н. Борискина, В.Н. Потапова, О.Ш. Шарифова [и др.] // Современные технологии в офтальмологии. – 2018. – № 1. – С. 58-61.
6. Буряков, Д.А. YAG-лазерный витреолизис различных типов помутнений стекловидного тела / Д.А. Буряков, А.В. Дога, Б.А. Нормаев // Современные технологии в офтальмологии. – 2018. – № 1. – С. 61-65.
7. Володин, П.Л. Острая задняя отслойка стекловидного тела / П.Л. Володин, С.И. Беянина // Клиническая офтальмология. – 2022. – Т. 22, № 4. – С. 247-253.
8. Дога, А. В. Клинико-функциональные результаты YAG-лазерного витреолизиса различных типов помутнений стекловидного тела / А. В. Дога, Д. А. Буряков, Б. А. Нормаев // Офтальмохирургия. – 2019. – № 1. – С. 44-49.

9. Дога, А.В. Комбинированная лазерная хирургия клапанных разрывов сетчатки в профилактике гемофтальма / А.В. Дога, П.Л. Володин, Л.А. Крыль [и др.] // Офтальмохирургия. – 2017. – № 1. – С. 60-65.
10. Дога, А.В. Плавающие помутнения стекловидного тела: современные подходы к лечению / А.В. Дога, Б.А. Нормаев, Д.А. Буряков // Новости хирургии. – 2018. – Т. 26, № 24. – С. 482-490.
11. Зайцев, Н.А. Влияние лазерного витреолизиса средних отделов стекловидного тела на состояние центрального отдела глазного дна / Н.А. Зайцев // Невские горизонты – 2024 : материалы всерос. науч. конф. офтальмологов с междунар. участием. – Санкт-Петербург : Первый ИПХ, 2024. – С. 131-133.
12. Кански, Дж.Дж. Клиническая офтальмология: систематизированный подход / Дж.Дж. Кански ; пер. с англ. под ред. В.П. Еричева. – 2-е изд. – Москва : Логосфера, 2009. – 944 с. – ISBN 978-83-7609-034-4.
13. Копаенко, А.И. Эффективность YAG-лазерного витреолизиса у пациентов с деструкцией стекловидного тела / А.И. Копаенко, Т.А. Поберская, О.Г. Расин [и др.] // Таврический медико-биологический вестник. – 2019. – № 3. – С. 10-14.
14. Коротких, С.А. ИАГ-лазерный витреолизис в лечении дистрофических заболеваний стекловидного тела различного генеза / С.А. Коротких, О.И. Борзунов // Отражение. – 2018. – Т. 1, № 6. – С. 70-72.
15. Малышев, А.В. Изучение качества жизни пациентов при проведении офтальмохирургических вмешательств / А.В. Малышев, В.Н. Трубилин, С.М. Маккаева [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 440.
16. Насникова, И.Ю. Пространственная ультразвуковая диагностика заболеваний глаза и орбиты : клиническое руководство / И.Ю. Насникова, С.И. Харлап, Е.В. Круглова. – Москва : Изд-во РАМН, 2004. – 176 с. – ISBN 5-7901-0053-8.
17. Нормаев, Б.А. Комплексная оценка результатов ИАГ-лазерного витреолизиса при лечении плавающих помутнений стекловидного тела : специальность 14.01.07 «Глазные болезни» : дис. ... канд. мед. наук / Нормаев Бадма Аркадьевич. – Москва, 2019. – 124 с.

18. Нормаев, Б.А. Эффективность YAG-лазерного витреолизиса в лечении различных типов помутнений стекловидного тела / Б.А. Нормаев, А.В. Дога, Д.А. Буряков // Практическая медицина. – 2018. – № 3. – С. 136-140.
19. Норман, К.С. Экспериментальное обоснование использования миниплазмينا с целью индукции задней отслойки стекловидного тела : специальность 14.01.07 «Глазные болезни» : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Норман Кирилл Сергеевич. – Москва, 2012. – 23 с.
20. Овечкин, И.Г. Методические основы для разработки подходов в оценке качества жизни у пациентов с различными видами витреоретинальной патологии / И.Г. Овечкин, А.В. Малышев, Г.Ю. Карапетов [и др.] // Офтальмология. – 2015. – Т. 12, № 4. – С. 75-79.
21. Овечкин, И.Г. Сравнительная оценка эффективности различных методик оценки качества жизни у пациентов с витреоретинальной патологией / И.Г. Овечкин, А.В. Малышев, Г.Ю. Карапетов [и др.] // Офтальмология. – 2016. – Т. 13, № 4. – С. 265-272.
22. Пасечникова, Н.В. Лазерное лечение при патологии глазного дна / Н.В. Пасечникова. – Киев : Наукова думка, 2007. – 206 с. – ISBN 978-966-00-0693-5.
23. Пат. № 2692 666 Российская Федерация, МПК А61F 9/007 (2006.01), А61В 3/10 (2006.01), А61В 8/10 (2006.01). Способ объективной оценки эффективности лечения плавающих помутнений стекловидного тела методом YAG-лазерного витреолизиса : № 2019106977 : заявл. 13.03.2019 : опубл. : 25.06.2019 / А.В. Дога, Д. Г. Узунян, Д.А. Буряков, Б.А. Нормаев. – 7 с.
24. Педанова, Е.К. Первые результаты ИАГ лазерного витреолизиса на установке Ultra Q Reflex / Е.К. Педанова, Л.А. Крыль, Г.Ф. Качалина // Современные технологии в офтальмологии. – 2016. – № 1. – С. 179-181.
25. Перечень медицинских противопоказаний к работам с вредными и (или) опасными производственными факторами, а также работам, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры : приложение № 2 к приказу Минздрава РФ от 28 января 2021 г. № 29н. –

Текст : электронный // Система ГАРАНТ : [сайт]. – URL: <https://ivo.garant.ru/#/document/400258713/paragraph/1705:0> (дата обращения: 14.06.2025).

26. Периферические дистрофии сетчатки. Оптическая когерентная томография. Лазерная коагуляция сетчатки : атлас / под ред. В.А. Шаимовой. – Санкт-Петербург : Человек, 2015. – 240 с. – ISBN 978-5-93339-300-9.
27. Семькин, В.Д. Исследование клинической эффективности проведения витрэктомии при выраженных деструктивных изменениях стекловидного тела : специальность 14.01.07 «Глазные болезни» : дис. ... канд. мед. наук / Семькин Виктор Дмитриевич. – Москва, 2016. – 111 с.
28. Станишевская, О.М. Эффективность и безопасность YAG- лазерного витреолизиса на установке Ultra Q Reflex и частота встречаемости осложнений после него / О.М. Станишевская, И.Ю. Ефремова, А.Е. Иванников [и др.] // Современные технологии в офтальмологии. – 2018. – № 1. – С. 328-331.
29. Старков, Г.Л. Патология стекловидного тела / Г.Л. Старков. – Москва : Медицина, 1967. – 200 с.
30. Стебнев, В.С. Классификация витреомакулярной адгезии / В.С. Стебнев, В.М. Малов, С.Д. Стебнев [и др.] // Катарактальная и рефракционная хирургия. – 2016. – № 1. – С. 15-19.
31. Стебнев, В.С. Об особенностях течения различных вариантов бессимптомной витреомакулярной адгезии / В.С. Стебнев, В.М. Малов, С.Д. Стебнев [и др.] // Катарактальная и рефракционная хирургия. – 2015. – № 4. – С. 40-44.
32. Стебнев, С.Д. Возрастные изменения стекловидного тела / С.Д. Стебнев, В.С. Стебнев, И.В. Малов [и др.] // Казанский медицинский журнал. – 2019. – Т. 100, № 1. – С. 170-174.
33. Степанова, И.С. Эффективность консервативной терапии в лечении деструкции стекловидного тела / И.С. Степанова, Н.А. Алдашева, З.Т. Утельбаева [и др.] // World Science. – 2016. – Т. 2, № 4(8). – С. 52-53.
34. Хзарджан, Ю.Ю. Оптимизированная технология YAG-лазерного витреолизиса помутнений стекловидного тела / Ю.Ю. Хзарджан, В.П. Фокин, А.С. Балалин [и др.] // Офтальмохирургия. – 2021. – № 3. – С. 55-64.

35. Хзарджан, Ю.Ю. Оптимизированный ИАГ-лазерный витреолизис с использованием фотооптического и ультразвукового методов визуализации помутнений стекловидного тела : специальность 14.01.07 «Глазные болезни» : дис. ... канд. мед. наук / Хзарджан Юлия Юрьевна. – Москва, 2021. – 146 с.
36. Хзарджан, Ю.Ю. Применение фотооптического метода в диагностике помутнений стекловидного тела / Ю.Ю. Хзарджан, В.П. Фокин, А.С. Балалин [и др.] // *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. – 2021. – № 3. – С.33-39.
37. Хорошее зрение и профессии. – Текст : электронный // Medik Uniforms : интернет-магазин медицинской одежды : [сайт]. – URL: <https://medikuniforms.ru/horoshee-zrenie-i-professii> (дата обращения: 15.07.2024).
38. Шаимова, В.А. Оценка эффективности YAG лазерного витреолизиса на основе объективной количественной оценки плавающих помутнений в стекловидном теле / В.А. Шаимова, Т.Б. Шаимов, Р.Б. Шаимов [и др.] // *Вестник офтальмологии*. – 2018. – Т. 134, № 1. – С. 56-62.
39. Abdolrahimzadeh, S. Spectral domain optical coherence tomography and B-scan ultrasonography in the evaluation of retinal tears in acute, incomplete posterior vitreous detachment / S. Abdolrahimzadeh, D.C. Piraino, V. Scavella [et al.] // *BMC ophthalmology*. – 2016. – Vol. 16. – P. 60.
40. Abouali, O. Numerical simulation of the fluid dynamics in vitreous cavity due to saccadic eye movement / O. Abouali, A. Modareszadeh, A. Ghaffariyeh [et al.] // *Medical engineering & physics*. – 2012. – Vol. 34, № 6. – P. 681-692.
41. Adelberg, D.A. Wavefront Aberrometry in Pseudophakic Patients Before and After Vitrectomy for Bothersome Floaters / D.A. Adelberg, M.T. Parsons // *Journal of vitreoretinal diseases*. – 2025. – Vol. 9, № 4. – P. 445-450.
42. Ahmed, F. Posterior Vitreous Detachment / F. Ahmed, K. Tripathy. – Text : electronic // StatPearls. – Treasure Island : StatPearls Publishing, 2023. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563273/> (дата обращения: 14.08.2025).
43. Akiba, J. Prevalence of posterior vitreous detachment in high myopia / J. Akiba // *Ophthalmology*. – 1993. – Vol. 100, № 9. – P. 1384-1388.

44. Albrecht, M. Vision degrading myodesopsia from vitreous floaters in the young: An important aspect of myopia / M. Albrecht, G.U. Auffarth, M. Friedrich [et al.] // Survey of ophthalmology. – 2025. – Vol. 70, № 2. – P. 265-282.
45. Allphin, M.T. Cystoid macular edema and glaucoma following Nd:YAG laser vitreolysis / M.T. Allphin, A. Giangiacomo, J.B. Kim // American Journal of Ophthalmology Case Reports. – 2025. – Vol. 38. – P. 102318.
46. Ankamah, E. Nd:YAG laser vitreolysis for managing symptomatic vitreous floaters: efficacy assessment using vitreous opacity area quantification / E. Ankamah, J. Pavičić-Astaloš, N. Radaković Budimlija [et al.] . – Text : electronic // Research Square Platform LLC. – 2023. – URL: <https://www.researchsquare.com/article/rs-2565214/v1> (дата обращения: 14.08.2025).
47. Ankamah, E. Vitreous Antioxidants, Degeneration, and Vitreo-Retinopathy: Exploring the Links / E. Ankamah, J. Sebag, E. Ng [et al.] // Antioxidants (Basel). – 2019. – Vol. 9, № 1. – P. 7.
48. Aron-Rosa, D. Neodymium:YAG laser vitreolysis / D. Aron-Rosa, D.A. Green-span // International ophthalmology clinics. – 1985. – Vol. 25, № 3. – P. 125-134.
49. Bach, M. The Freiburg Visual Acuity Test - automatic measurement of visual acuity / M. Bach // Optometry and vision science. – 1996. – Vol.73, № 1. – P. 49-53.
50. Bach, M. The Freiburg Visual Acuity Test - variability unchanged by post-hoc re-analysis / M. Bach // Graefes archive for clinical and experimental ophthalmology. – 2007. – Vol. 245, № 7. – P. 965-971.
51. Balazs, E.A. Fine structure and function of ocular tissues. The vitreous / E.A. Balazs // International ophthalmology clinics. – 1973. – Vol. 13, № 3. – P. 169-187.
52. Balazs, E.A. Studies on the structure of the vitreous body. VI. Biochemical changes during development / E.A. Balazs, T.C. Laurent, U.B. Laurent // The Journal of biological chemistry. – 1959. – Vol. 234, № 2. – P. 422-430.
53. Balazs, E.A. The Vitreous / E.A. Balazs, J.L. Delinger // The Eye / ed. by H. Dayson. – London : Academic Press, 1984. – Vol. 1A. – P. 533-589.

54. Baser, G. Long-term evaluation of laser retinopexy in retinal breaks: A review and the importance of lifetime follow-up / G. Baser, M. Uyar, A.S. Topaloglu [et al.] // Nigerian Journal of Ophthalmology. – 2014. – Vol. 22, № 1. – P. 30-33.
55. Bessa, A.S. One-year follow-up of patients after yttrium aluminum garnet laser vitreolysis for vitreous floaters / A.S. Bessa // Egyptian Retina Journal. – 2019. – Vol. 6, № 1. – P. 1-4.
56. Bishop, P. Type VI collagen is present in human and bovine vitreous / P. Bishop, S. Ayad, A. Reardon [et al.] // Graefes archive for clinical and experimental ophthalmology. – 1996. – Vol. 234, № 11. – P. 710-713.
57. Boldrey, E.E. Risk of retinal tears in patients with vitreous floaters / E.E. Boldrey // American journal of ophthalmology. – 1983. – Vol. 96, № 6. – P. 783-787.
58. Bond-Taylor, M. Posterior vitreous detachment - prevalence of and risk factors for retinal tears / M. Bond-Taylor, G. Jakobsson, M. Zetterberg // Clinical ophthalmology. – 2017. – Vol. 11. – P. 1689-1695.
59. Boneva, S.K. Clinical Management of Vision Degrading Myodesopsia from Vitreous Floaters: Observation vs. Limited Refractive Vitrectomy / S.K. Boneva, J.H. Nguyen, J. Mamou [et al.]. – Text : electronic // Ophthalmology. Retina. – 2025. – Published online May 15. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468653025002210?via%3Dihub> (дата обращения: 14.08.2025).
60. Bonner, F.B. Threshold for retinal damage associated with the use of high-powered neodymium-YAG lasers in the vitreous / F.B. Bonner, M.M. Sanford, D.E. Gaasterland // American Journal of Ophthalmology. – 1983. – Vol. 96, № 2. – P. 153-159.
61. Bottós, J.M. Current concepts in vitreomacular traction syndrome / J.M. Bottós, J. Elizalde, E.B. Rodrigues [et al.] // Current opinion in ophthalmology. – 2012. – Vol. 23, № 3. – P. 195-201.
62. Bracha, P. Vitreous pathology / P. Bracha, G.P. Giuliari, T.A. Ciulla // Ocular Fluid Dynamics: Anatomy, Physiology, Imaging Techniques, and Mathematical Modeling / ed. by G. Guidoboni [et al.]. – Cham : Birkhäuser, 2019. – P. 277-287.

63. Brasse, K. YAG-Laser-Vitreolyse zur Behandlung von störenden Glaskörpertrübungen [YAG laser vitreolysis for treatment of symptomatic vitreous opacities] / K. Brasse, S. Schmitz-Valckenberg, A. Jünemann [et al.] // *Ophthalmologe*. – 2019. – Vol. 116, № 1. – P. 73-84.
64. Brinton, D.A. Retinal Detachment: principles and practice / D.A. Brinton, C.P. Willkinson. – 3rd ed. – Oxford : Oxford University Press, 2009. – 280 p. – ISBN 978-0195330823.
65. Broadhead, G.K. To Treat or Not to Treat: Management Options for Symptomatic Vitreous Floaters / G.K. Broadhead, T. Hong, A.A. Chang // *Asia-Pacific journal of ophthalmology (Philadelphia)*. – 2020. – Vol. 9, № 2. – P. 96-103.
66. Brod, R.D. Correlation between vitreous pigment granules and retinal breaks in eyes with acute posterior vitreous detachment / R.D. Brod, D.A. Lightman, A.J. Packer [et al.] // *Ophthalmology*. – 1991. – Vol. 98, № 9. – P. 1366-1369.
67. Buzney, S.M. Examination of the vitreous: comparison of biomicroscopy using the Goldmann and El Bayadi–Kajiura lenses / S.M. Buzney, J.J. Weiter, H. Furukawa // *Ophthalmology*. – 1985. – Vol. 92, № 12. – P. 1745-1748.
68. Byer, N.E. Natural history of posterior vitreous detachment with early management as the premier line of defense against retinal detachment / N.E. Byer // *Ophthalmology*. – 1994. – Vol. 101, № 9. – P. 1503-1513.
69. Cañote, R. Quality of life results after vitreolysis in patients with symptomatic vitreous floaters / R. Cañote, D. Rodríguez, L. Izquierdo [et al.] // *The Pan-American Journal of Ophthalmology*. – 2020. – Vol. 2, № 1. – P. 19.
70. Carrero, J.L. Incomplete posterior vitreous detachment: prevalence and clinical relevance / J.L. Carrero // *American journal of ophthalmology*. – 2012. – Vol. 153, № 3. – P. 497-503.
71. Chhablani, J. Spectral-domain optical coherence tomography features in fellow eyes of patients with idiopathic macular hole / J. Chhablani, K. Kumar, T.R. Ali [et al.] // *European journal of ophthalmology*. – 2014. – Vol. 24, № 3. – P. 382-386.

72. Choi, H. Novel Vitrectomy Technique Using Ocular Ultrasound for Vitreous Floaters / H. Choi, **H. Park** // Journal of Ophthalmology and Advance Research. – 2024. – Vol. 5, № 3. – P. 1-10.
73. Chu, R.L. Morphology of Peripheral Vitreoretinal Interface Abnormalities Imaged with Spectral Domain Optical Coherence Tomography / R.L. Chu, N.A. Pannullo, C.R. Adam [et al.] // Journal of ophthalmology. – 2019. – Vol. 2019. – P. 3839168.
74. Clark, G. The use of the photocoagulator in conditions associated with retinal detachment / G. Clark // Transactions - American Academy of Ophthalmology and Otolaryngology. – 1962. – Vol. 66. – P. 59-66.
75. Clerici, M. Small gauge vitrectomy for symptomatic floaters: safety, efficacy and patient's satisfaction / M. Clerici, A. Galli, E. Gibin [et al.] // Investigative Ophthalmology & Visual Science. – 2016. – Vol. 57, № 12. – Abstract 4480.
76. Coffee, R.E. Symptomatic posterior vitreous detachment and the incidence of delayed retinal breaks: case series and meta-analysis / R.E. Coffee, A.C. Westfall, G.H. Davis [et al.] // American journal of ophthalmology. – 2007. – Vol. 144, № 3. – P. 409-413.
77. Cooper, W.C. Immunochemical analysis of vitreous and subretinal fluid / W.C. Cooper, S.P. Halbert, W.J. Manski // Investigative ophthalmology. – 1963. – № 2. – P. 369-377.
78. Cowan, L.A. Refractory open-angle glaucoma after neodymium-yttrium-aluminum-garnet laser lysis of vitreous floaters / L.A. Cowan, K.T. Khine, V. Chopra [et al.] // American journal of ophthalmology. – 2015. – Vol. 159, № 1. – P. 138-143.
79. D'Albenzio, A. Vitreous cortex remnants in patients with rhegmatogenous retinal detachment: A systematic review and meta-analysis / A. D'Albenzio, K. Komici, M. Afatato [et al.] // Survey of ophthalmology. – 2025. – Vol. 70, № 1. – P. 63-74.
80. Dayan, M.R. Flashes and floaters as predictors of vitreoretinal pathology: is follow-up necessary for posterior vitreous detachment? / M.R. Dayan, D.G. Jayamanne, R.M. Andrews [et al.] // Eye (London). – 1996. – Vol. 10, Pt. 4. – P. 456-458.
81. de Nie, K.F. Pars plana vitrectomy for disturbing primary vitreous floaters: clinical outcome and patient satisfaction / K.F. de Nie, N. Crama, M.A. Tilanus [et al.] // Graefes

- archive for clinical and experimental ophthalmology. – 2013. – Vol. 251, № 5. – P. 1373-1382.
82. de Smet, M.D. The vitreous, the retinal interface in ocular health and disease / M.D. de Smet, A.M. Gad Elkareem, A.H. Zwinderman // *Ophthalmologica*. – 2013. – Vol. 230, № 4. – P. 165-178.
83. Delaney, Y.M. Nd:YAG vitreolysis and pars plana vitrectomy: surgical treatment for vitreous floaters / Y.M. Delaney, A. Oyinloye, L. Benjamin // *Eye (London)*. – 2002. – Vol. 16, № 1. – P. 21-26.
84. Dennis, R.J. Using the Freiburg Acuity and Contrast Test to measure visual performance in USAF personnel after PRK / R.J. Dennis, J.M. Beer, J.B. Baldwin [et al.] // *Optometry and vision science*. – 2004. – Vol. 81, № 7. – P. 516-524.
85. Di Michele, F. A mechanical model of posterior vitreous detachment and generation of vitreoretinal tractions / F. Di Michele, A. Tatone, M.R. Romano [et al.] // *Biomechanics and modeling in mechanobiology*. – 2020. – Vol. 19, № 6. – P. 2627-2641.
86. Dysager, D.D. Efficacy and Safety of Pars Plana Vitrectomy for Primary Symptomatic Floaters: A Systematic Review with Meta-Analyses / D.D. Dysager, S.F. Koren, J. Grauslund [et al.] // *Ophthalmology and therapy*. – 2022. – Vol. 11, № 6. – P. 2225-2242.
87. Edwards, A.O. Clinical features of the congenital vitreoretinopathies / A.O. Edwards // *Eye (London)*. – 2008. – Vol. 22, № 10. – P. 1233-1242.
88. Ellex. Procedure guide: vitreous opacities. – Text : electronic // Simovision : [site]. – 2017. – URL: <https://simovision.com/assets/Uploads/Treatment-Guidelines-Ellex-Laser-Floater-Removal-LFR-EN.pdf> (дата обращения: 14.08.2025).
89. Ernest, A. Laser Vitreolysis for Vitreous Opacities: A Prospective Study / A. Ernest, M. Veith, J. Dítě [et al.] // *The Open Ophthalmology Journal*. – 2023. – Vol. 17. – P. e187436412309130.
90. Fankhauser, F. Vitreolysis with the Q-switched laser / F. Fankhauser, S. Kwasniewska, E. van der Zypen // *Archives of ophthalmology*. – 1985. – Vol. 103, № 8. – P. 1166-1171.

91. Fink, S. Small-Gauge Pars Plana Vitrectomy for Visually Significant Vitreous Floaters / S. Fink, J.B. Kumar, M.A. Cunningham // *Journal of vitreoretinal diseases*. – 2021. – Vol. 5, № 3. – P. 247-250.
92. Fischer, J. Scanning Laser Ophthalmoscopy (SLO) / J. Fischer, T. Otto, F. Delori [et al.] // *High Resolution Imaging in Microscopy and Ophthalmology: New Frontiers in Biomedical Optics* / ed. by J.F. Bille. – Cham : Springer, 2019. – Ch. 2. – P. 35-57.
93. Flaxel, C.J. Posterior Vitreous Detachment, Retinal Breaks, and Lattice Degeneration Preferred Practice Pattern® / C.J. Flaxel, R.A. Adelman, S.T. Bailey [et al.] // *Ophthalmology*. – 2020. – Vol. 127, № 1. – P. 146-181.
94. García, B.G. Nd:YAG laser vitreolysis and health-related quality of life in patients with symptomatic vitreous floaters / B.G. García, C. Orduna Magán, C. Alvarez-Peregrina [et al.] // *European Journal of Ophthalmology*. – 2021. – Vol. 32, № 2. – P. 1143-1148.
95. Garcia, G.A. The effects of aging vitreous on contrast sensitivity function / G.A. Garcia, M. Khoshnevis, K.M.P. Yee [et al.] // *Graefe's archive for clinical and experimental ophthalmology*. – 2018. – Vol. 256, № 5. – P. 919-925.
96. Garcia-Aguirre, G. Visualization and Grading of Vitreous Floaters Using Dynamic Ultra-Widefield Infrared Confocal Scanning Laser Ophthalmoscopy: A Pilot Study / G. Garcia-Aguirre, A. Henaine-Berra, G. Salcedo-Villanueva // *Journal of clinical medicine*. – 2022. – Vol. 11, № 19. – P. 5502.
97. Ghoghari, M.K. Nd: YAG laser of Weiss Ring for the Treatment of Symptomatic Vitreous Floaters in Patients with Posterior Vitreous Detachment / M.K. Ghoghari, H. Razzak, Z. Kamil [et al.] // *Pakistan Journal of Ophthalmology*. – 2024. – Vol. 40, № 4. – P. 364-369.
98. Gill, N. Management of Visually Significant Vitreous Opacities / N. Gill, A. Singh // *Missouri medicine*. – 2024. – Vol. 121, № 5. – P. 391-394.
99. Goh, W.N. The effectiveness of laser vitreolysis for vitreous floaters in posterior vitreous detachment / W.N. Goh, M. Mustapha, S.Z.S. Zakaria [et al.] // *Indian Journal of Ophthalmology*. – 2022. – Vol. 70, № 8. – P. 3026-3032.

100. Hahn, P. Reported Complications Following Laser Vitreolysis / P. Hahn, E.W. Schneider, H. Tabandeh [et al.] ; American Society of Retina Specialists Research and Safety in Therapeutics (ASRS ReST) Committee // JAMA ophthalmology. – 2017. – Vol. 135, № 9. – P. 973-976.
101. Hangshuai, Z. Efficacy and safety of early YAG laser vitreolysis for symptomatic vitreous floaters: the study protocol for a randomized clinical trial / Z. Hangshuai, J. Yanhua, Z. Yao [et al.] // Trials. – 2024. – Vol. 25, № 1. – P. 48.
102. Harmer, S.W. Optical Scattering from Vitreous Floaters / S.W. Harmer, A.J. Luff, G. Gini // Bioelectromagnetics. – 2022. – Vol. 43, № 2. – P. 90-105.
103. Hayashi, A. Posterior Vitreous Detachment in Normal Healthy Subjects Younger Than Age Twenty / A. Hayashi, Y. Ito, Y. Takatsudo [et al.] // Investigative ophthalmology & visual science. – 2021. – Vol. 62, № 13. – P. 19.
104. Hikichi, T. Role of vitreous in the prognosis of peripheral uveitis / T. Hikichi, C.L. Trempe // American journal of ophthalmology. – 1993. – Vol. 116, № 4. – P. 401-405.
105. Hikichi, T. Time course of posterior vitreous detachment in the second eye / T. Hikichi // Current opinion in ophthalmology. – 2007. – Vol. 18, № 3. – P. 224-227.
106. Hirokawa, H. Vitreous changes in peripheral uveitis / H. Hirokawa, M. Takahashi, C.L. Trempe // Archives of ophthalmology. – 1985. – Vol. 103, № 11. – P. 1704-1707.
107. Hoerauf, H. Mouches volantes und Vitrektomie bei vollem Visus? [Vitreous body floaters and vitrectomy with full visual acuity] / H. Hoerauf, M. Müller, H. Laqua // Ophthalmologe. – 2003. – Vol. 100, № 8. – P. 639-643.
108. Hollands, H. Acute-onset floaters and flashes: is this patient at risk for retinal detachment? / H. Hollands, D. Johnson, A.C. Brox [et al.] // JAMA. – 2009. – Vol. 302, № 20. – P. 2243-2249.
109. Horng, C. Pharmacologic vitreolysis of vitreous floaters by 3-month pineapple supplement in Taiwan: a pilot study / C. Horng, F. Chen, D.H. Kuo [et al.] // Journal of American Science. – 2019. – Vol. 15, № 4. – P. 17-30.
110. Hruby, K. Slitlamp examination of vitreous and retina. Translated and edited by Adolph Posner / K. Hruby, A. Posner. – Baltimore : Williams and Wilkins, 1967. – 130 p.

111. Huang, L.C. V.B.8. Vitreous Floaters and Vision: Current Concepts and Management Paradigms / L.C. Huang, M.K. Yee, C.A. Wa [et al.] // Vitreous: in Health and Disease / ed. by J. Sebag. – New York : Springer, 2014. – P. 771-788.
112. Hwang, E.S. Accuracy of Spectral-Domain OCT of the Macula for Detection of Complete Posterior Vitreous Detachment / E.S. Hwang, J.A. Kraker, K.J. Griffin [et al.] // Ophthalmology. Retina. – 2020. – Vol. 4, № 2. – P. 148-153.
113. Itakura, H. Aging changes of vitreomacular interface / H. Itakura, S. Kishi // Retina. – 2011. – Vol. 31, № 7. – P. 1400-1404.
114. Itakura, H. Stardust sign and retinal tear detection on swept source optical coherence tomography / H. Itakura, M. Itakura, T. Sato // Retina. – 2022. – Vol. 42, № 2. – P. 336-339.
115. Ivanova, T. Vitrectomy for primary symptomatic vitreous opacities: an evidence-based review / T. Ivanova, A. Jalil, Y. Antoniou [et al.] // Eye (London). – 2016. – Vol. 30, № 5. – P. 645-655.
116. Jaffe, N.S. Macular retinopathy after separation of vitreoretinal adherence / N.S. Jaffe // Archives of ophthalmology. – 1967. – Vol. 78, № 5. – P. 585-591.
117. Jaffe, N.S. The vitreous in clinical ophthalmology / N.S. Jaffe. – St. Louis : Mosby, 1969. – 310 p.
118. Jalkh, A. Clinical methods of vitreous examination / A. Jalkh, C. Trempe // The Vitreous and Vitreoretinal Interface / ed. by C.L. Schepens, A. Neetens. – New York : Springer, 1987. – P. 73-83.
119. Jang, H.W. Comparative study of dual-pulsed 1064 nm Q-switched Nd:YAG laser and single-pulsed 1064 nm Q-switched Nd:YAG laser by using zebrafish model and prospective split-face analysis of facial melisma / H.W. Jang, S.H. Chun, H.C. Park [et al.] // Journal of cosmetic and laser therapy. – 2017. – Vol. 19, № 2. – P. 114-123.
120. Jiang, S. Practical applications of vitreous imaging for the treatment of vitreous opacities with YAG vitreolysis / S. Jiang, J. Golding, N. Choudhry // International ophthalmology. – 2023. – Vol. 43, № 10. – P. 3587-3594.

121. Jo, J.B. A Case Study on the Improvement of Floaters through Ortho-Cellular Nutrition Therapy (OCNT) / J.B. Jo // *CellMed.* – 2025. – Vol. 15, № 4. – P. 2.1-2.3.
122. Johnson, M.W. How should we release vitreomacular traction: surgically, pharmacologically, or pneumatically? / M.W. Johnson // *American journal of ophthalmology.* – 2013. – Vol. 155, № 2. – P. 203-205.e1.
123. Johnson, M.W. Perifoveal vitreous detachment and its macular complications / M.W. Johnson // *Transactions of the American Ophthalmological Society.* – 2005. – Vol. 103. – P. 537-567.
124. Johnson, M.W. Posterior vitreous detachment: evolution and complications of its early stages / M.W. Johnson // *American journal of ophthalmology.* – 2010. – Vol. 149, № 3. – P. 371-382.
125. Johnson, M.W. Posterior vitreous detachment: evolution and role in macular disease / M.W. Johnson // *Retina.* – 2012. – Vol. 32, Suppl. 2. – P. 174-178.
126. Kakehashi, A. Biomicroscopic findings of posterior vitreoschisis / A. Kakehashi, C.L. Schepens, A. de Sousa-Neto [et al.] // *Ophthalmic surgery.* – 1993. – Vol. 24, № 12. – P. 846-850.
127. Kakehashi, A. Variations of posterior vitreous detachment / A. Kakehashi, M. Kado, J. Akiba [et al.] // *The British journal of ophthalmology.* – 1997. – Vol. 81, № 7. – P. 527-532.
128. Kanski, J.J. Complications of acute posterior vitreous detachment / J.J. Kanski // *American journal of ophthalmology.* – 1975. – Vol. 80, № 1. – P. 44-46.
129. Karickhoff, J.R. *Laser Treatment of Eye Floaters* / J.R. Karickhoff. – Falls Church : Washington Medical Pub., 2019. – 232 p. – ISBN 978-0976897217.
130. Katsanos, A. Safety and Efficacy of YAG Laser Vitreolysis for the Treatment of Vitreous Floaters: An Overview / A. Katsanos, N. Tsaldari, K. Gorgoli [et al.] // *Advances in therapy.* – 2020. – Vol. 37, № 4. – P. 1319-1327.
131. Khoshnevis, M. Pharmacologic vitreolysis with ocriplasmin: rationale for use and therapeutic potential in vitreo-retinal disorders / M. Khoshnevis, J. Sebag // *BioDrugs.* – 2015. – Vol. 29, № 2. – P. 103-112.

132. Kishi, S. Vitreous cortex remnants at the fovea after spontaneous vitreous detachment / S. Kishi, C. Demaria, K. Shimizu // *International ophthalmology*. – 1986. – Vol. 9, № 4. – P. 253-260.
133. Kraker, J.A. Standard 6-mm Compared with Widefield 16.5-mm OCT for Staging of Posterior Vitreous Detachment / J.A. Kraker, J.E. Kim, E.C. Koller [et al.] // *Ophthalmology. Retina*. – 2020. – Vol. 4, № 11. – P. 1093-1102.
134. Kruse, F.E. Reproducibility of Topographic Measurements of the Optic Nerve Head with Laser Tomographic Scanning / F.E. Kruse, R.O. Burk, H.E.Völcker [et al.] // *Ophthalmology*. – 1989. – Vol. 96, № 9. – P. 1320-1324.
135. Lewis, H. Peripheral retinal degenerations and the risk of retinal detachment / H. Lewis // *American journal of ophthalmology*. – 2003. – Vol. 136, № 1. – P. 155-160.
136. Lim, J.I. YAG Laser Vitreolysis-Is It as Clear as It Seems? / J.I. Lim // *JAMA ophthalmology*. – 2017. – Vol. 135, № 9. – P. 924-925.
137. Lin, T. The Efficacy and Safety of YAG Laser Vitreolysis for Symptomatic Vitreous Floaters of Complete PVD or Non-PVD / T. Lin, T. Li, X. Zhang [et al.] // *Ophthalmology and therapy*. – 2022. – Vol. 11, № 1. – P. 201-214.
138. Lin, Z. Surgical Outcomes of 27-Gauge Pars PLana Vitrectomy for Symptomatic Vitreous Floaters / Z. Lin, R. Zhang, Q.H. Liang [et al.] // *Journal of ophthalmology*. – 2017. – Vol. 2017. – P. 5496298.
139. Little, H.L. Q-switched neodymium: YAG laser surgery of the vitreous / H.L. Little, R.L. Jack // *Graefe's archive for clinical and experimental ophthalmology*. – 1986. – Vol. 224, № 3. – P. 240-246.
140. Liu, J. Efficacy and safety of Nd: YAG laser vitreolysis in patients with physiological vitreous floaters / J. Liu, H. Liu, Y. Zhang [et al.] // *BMC ophthalmology*. – 2025. – Vol. 25, № 1. – P. 487.
141. Liu, J.J. Enhanced vitreous imaging in healthy eyes using swept source optical coherence tomography / J.J. Liu, A.J. Witkin, M. Adhi [et al.] // *PLoS One*. – 2014. – Vol. 9, № 7. – P. e102950.

142. Liu, X. Acute retinal detachment after Nd:YAG treatment for vitreous floaters and posterior capsule opacification: a case report / X. Liu, Q. Wang, J. Zhao // *BMC Ophthalmology*. – 2020. – Vol. 20, № 1. – P. 157.
143. Los, L.I. Age-related liquefaction of the human vitreous body: LM and TEM evaluation of the role of proteoglycans and collagen / L.I. Los, R.J. van der Worp, M.J. van Luyn [et al.] // *Investigative ophthalmology & visual science*. – 2003. – Vol. 44, № 7. – P. 2828-2833.
144. Ludwig, G.D. Efficacy and safety of Nd:YAG laser vitreolysis for symptomatic vitreous floaters: A randomized controlled trial / G.D. Ludwig, H. Gemelli, G.M. Nunes [et al.] // *European journal of ophthalmology*. – 2021. – Vol. 31, № 3. – P. 909-914.
145. Luo, J. Efficacy and safety of yttrium-aluminium garnet (YAG) laser vitreolysis for vitreous floaters / J. Luo, X. An, Y. Kuang // *The Journal of international medical research*. – 2018. – Vol. 46, № 11. – P. 4465-4471.
146. *Luyckx-Bacus, J. Etude biométrique de l'oeil humain par ultra-sonographie / J. Luyckx-Bacus, J.F. Weekers // Bulletin de la Societe belge d'ophtalmologie*. – 1966. – Vol. 143. – P. 552-567.
147. Mainster, M.A. Scanning laser ophthalmoscopy. Clinical applications / M.A. Mainster, G.T. Timberlake, R.H. Webb [et al.] // *Ophthalmology*. – 1982. – Vol. 89, № 7. – P. 852-857.
148. Mamou, J. Ultrasound-based quantification of vitreous floaters correlates with contrast sensitivity and quality of life / J. Mamou, C.A. Wa, K.M. Yee [et al.] // *Investigative ophthalmology & visual science*. – 2015. – Vol. 56, № 3. – P. 1611-1617.
149. Mannaa, M. Efficacy and Safety of YAG Laser Vitreolysis for Symptomatic Vitreous Floaters / M. Mannaa, A. Osman, E. Elsheikh // *Al-Azhar International Medical Journal*. – 2022. – Vol. 3, № 12. – P. 212-218.
150. Mason, J.O. 3rd. Safety, efficacy, and quality of life following sutureless vitrectomy for symptomatic vitreous floaters / J.O. Mason 3rd, M.G. Neimkin, J.O. Mason 4th [et al.] // *Retina*. – 2014. – Vol. 34, № 6. – P.1055-1061.

151. Michalewska, Z. A study of macular hole formation by serial spectral optical coherence tomography / Z. Michalewska, J. Michalewski, B.L. Sikorski [et al.] // *Clinical & experimental ophthalmology*. – 2009. – Vol. 37, № 4. – P. 373-383.
152. Milston, R. Vitreous floaters: Etiology, diagnostics, and management / R. Milston, M.C. Madigan, J. Sebag // *Survey of ophthalmology*. – 2016. – Vol. 61, № 2. – P. 211-227.
153. Mitry, D. The predisposing pathology and clinical characteristics in the Scottish Retinal Detachment Study / D. Mitry, J. Singh, D. Yorston [et al.] // *Ophthalmology*. – 2011. – Vol. 118, № 7. – P. 1429-1434.
154. Moon, S.Y. Evaluation of posterior vitreous detachment using ultrasonography and optical coherence tomography / S.Y. Moon, S.P. Park, Y.K. Kim // *Acta Ophthalmology*. – 2020. – Vol. 98, № 1. – P. e29-e35.
155. Morris, R.E. Vitreous Opacity Vitrectomy (VOV): Safest Possible Removal of “Floaters” / R.E. Morris // *Clinical ophthalmology (Auckland)*. – 2022. – Vol. 16. – P. 1653-1663.
156. Murakami, K. Vitreous floaters / K. Murakami, A.E. Jalkh, M.P. Avila [et al.] // *Ophthalmology*. – 1983. – Vol. 90, № 11. – P. 1271-1276.
157. Nameda, N. Human visual spatio-temporal frequency performance as a function of age / N. Nameda, T. Kawara, H. Ohzu // *Optometry and vision science*. – 1989. – Vol. 66, № 11. – P. 760-765.
158. Napolitano, F. Early posterior vitreous detachment is associated with LAMA5 dominant mutation / F. Napolitano, V. Di Iorio, G. Di Iorio [et al.] // *Ophthalmic genetics*. – 2019. – Vol. 40, № 1. – P. 39-42.
159. Naqeeb, M.R. Surgical Considerations for Vitreous Opacities / M.R. Naqeeb // *Bahrain Medical Bulletin*. – 2024. – Vol. 46, № 4. – P. 2555-2561.
160. Nunes, G.M. Long-term evaluation of the efficacy and safety of Nd:YAG laser vitreolysis for symptomatic vitreous floaters / G.M. Nunes, G.D. Ludwig, H. Gemelli [et al.] // *Arquivos brasileiros de oftalmologia*. – 2022. – Vol. 87, № 2. – P. 0395.

161. O'Day, R. Bilateral posterior capsule injury after Nd:YAG laser vitreolysis: unintended consequence of floaters treatment / R. O'Day, D. Cugley, C. Chen [et al.] // *Clinical & experimental ophthalmology*. – 2018. – Vol. 46, № 8. – P. 956-958.
162. O'Malley, P. The pattern of vitreous syneresis: A study of 800 autopsy eyes / P. O'Malley // *Advances in Vitreous Surgery* / ed. by A.R. Irvine, P. O'Malley. – Springfield : Charles C. Thomas, 1976. – P. 17-33.
163. Oh, J.H. Vitreous Hyper-Reflective Dots in Optical Coherence Tomography and Retinal Tear in Patients with Acute Posterior Vitreous Detachment / J.H. Oh, J. Oh, H.C. Roh // *Current eye research*. – 2017. – Vol. 42, № 8. – P. 1179-1184.
164. Owsley, C. Contrast sensitivity throughout adulthood / C. Owsley, R. Sekuler, D. Siemsen // *Vision research*. – 1983. – Vol. 23, № 7. – P. 689-699.
165. Packer, A. Practical guidelines for posterior segment biomicroscopy / A. Packer, D. Newsome // *Retinal Dystrophies and Degenerations* / ed. by A. Newsome. – New York : Raven, 1988. – P. 1-4.
166. Pang, C.E. Enhanced vitreous imaging technique with spectral-domain optical coherence tomography for evaluation of posterior vitreous detachment / C.E. Pang, K.B. Freund, M. Engelbert // *JAMA ophthalmology*. – 2014. – Vol. 132, № 9. – P. 1148-1150.
167. Peripheral Retinal Degenerations. Optical Coherence Tomography and Retinal Laser Coagulation / ed. by V.A. Shaimova. – 2nd ed. – Cham : Springer, 2017. – 227 p. – ISBN 978-3-319-48994-0.
168. Rahman, R. Do climatic variables influence the development of posterior vitreous detachment? / R. Rahman, K. Ikram, P.H. Rosen [et al.] // *British journal of ophthalmology*. – 2002. – Vol. 86, № 7. – P. 829.
169. Rajani, M.A. Outcome of Yag Laser Vitreolysis in Symptomatic Vitreous Floaters at Tertiary Care Hospital Karachi / M.A. Rajani, F.M. Qureshi, M. Hilal [et al.] // *Indus Journal of Bioscience Research*. – 2025. – Vol. 3, № 6. – P. 454-458.
170. Rayess, N. Spectral-Domain Optical Coherence Tomography in Acute Posterior Vitreous Detachment / N. Rayess, E. Rahimy, J.F. Vande [et al.] // *Ophthalmology*. – 2015. – Vol. 122, № 9. – P. 1946-1947.

171. Retinal Detachment and Predisposing Lesions // 2021-2022 Basic and Clinical Science Course, Section 12: Retina and Vitreous / ed. by C.A. McCannel [et al.]. – San Francisco : American Academy of Ophthalmology, 2021. – P. 307-330.
172. Richardson, P.S. The posterior vitreous detachment clinic: do new retinal breaks develop in the six weeks following an isolated symptomatic posterior vitreous detachment? / P.S. Richardson, M.T. Benson, G.R. Kirkby // Eye (London). – 1999. – Vol. 13, Pt. 2. – P. 237-240.
173. Richter, C.U. Intraocular pressure elevation following Nd:YAG laser posterior capsulotomy / C.U. Richter, G. Arzeno, H.R. Pappas [et al.] // Ophthalmology. – 1985. – Vol. 92, № 5. – P. 636-640.
174. Rostami, B. Cost-Effectiveness of Limited Vitrectomy for Vision-Degrading Myodesopsia / B. Rostami, J. Nguyen-Cuu, G. Brown [et al.] // American journal of ophthalmology. – 2019. – Vol. 204. – P. 1-6.
175. Ryan, E.H. Vitreous Opacities. Current Trends and Treatment Strategies / E.H. Ryan, T.S. Hassan, S.K.S. Houston [et al.]. – Text : electronic // Retina Today. – 2021. – July/August. – URL: <https://retinatoday.com/articles/2021-jan-feb-supplement/vitreous-opacities> (дата обращения: 15.08.2025).
176. Sabates, N.R. The MP-1 microperimeter – clinical applications in retinal pathologies / N.R. Sabates // Highlights of Ophthalmology. – 2015. – Vol. 33, № 4. – P. 12-17.
177. Salmon, J.F. Kanski's clinical ophthalmology: a systematic approach / J.F. Salmon. – 9th ed. – Amsterdam : Elsevier, 2019. – 928 p. – ISBN 978-0702077111.
178. Schiff, W.M. Pars plana vitrectomy for persistent, visually significant vitreous opacities / W.M. Schiff, S. Chang, N. Mandava [et al.] // Retina. – 2000. – Vol. 20, № 6. – P. 591-596.
179. Schmitz-Valckenberg, S. Degenerative Glaskörpertrübungen [Vitreous floaters] / S. Schmitz-Valckenberg, K. Brasse, H. Hoerauf // Ophthalmologe. – 2020. – Vol. 117, № 5. – P. 485-496.

180. Schulz-Key, S. Longterm follow-up of pars plana vitrectomy for vitreous floaters: complications, outcomes and patient satisfaction / S. Schulz-Key, J.O. Carlsson, S. Crafoord // *Acta Ophthalmology*. – 2011. – Vol. 89, № 2. – P. 159-165.
181. Schwartz, S.G. Floater Scotoma” Demonstrated on Spectral-Domain Optical Coherence Tomography and Caused by Vitreous Opacification / S.G. Schwartz, H.W. Flynn, Y.L. Fisher // *Ophthalmic surgery, lasers & imaging retina*. – 2013. – Vol. 44, № 4. – P. 415-418.
182. Sebag, J. Abnormalities of human vitreous structure in diabetes / J. Sebag // *Graefe's archive for clinical and experimental ophthalmology*. – 1993. – Vol. 231, № 5. – P. 257-260.
183. Sebag, J. Anomalous posterior vitreous detachment: a unifying concept in vitreo-retinal disease / J. Sebag // *Graefe's archive for clinical and experimental ophthalmology*. – 2004. – Vol. 242, № 8. – P. 690-698.
184. Sebag, J. Long-Term Safety and Efficacy of Limited Vitrectomy for Vision Degrading Vitreopathy Resulting from Vitreous Floaters / J. Sebag, K.M.P. Yee, J.H. Nguyen [et al.] // *Ophthalmology. Retina*. – 2018. – Vol. 2, № 9. – P. 881-887.
185. Sebag, J. Molecular biology of pharmacologic vitreolysis / J. Sebag // *Transactions of the American Ophthalmological Society*. – 2005. – Vol. 103. – P. 473-494.
186. Sebag, J. *The Vitreous: Structure, Function, and Pathobiology* / J. Sebag. – New York : Springer, 1989. – 289 p. – ISBN 978-0387970134.
187. Sebag, J. To see the invisible: the quest of imaging vitreous / J. Sebag // *Developments in ophthalmology*. – 2008. – Vol. 42. – P. 5-28.
188. Sebag, J. Vitrectomy for floaters: prospective efficacy analyses and retrospective safety profile / J. Sebag, K.M. Yee, C.A. Wa [et al.] // *Retina*. – 2014. – Vol. 34, № 6. – P. 1062-1068.
189. Sebag, J. Vitreous and Vision Degrading Myodesopsia / J. Sebag // *Progress in retinal and eye research*. – 2020. – Vol. 79. – P. 100847.
190. Sendrowski, D.P. Current treatment for vitreous floaters / D.P. Sendrowski, M.A. Bronstein // *Optometry*. – 2010. – Vol. 81, № 3. – P. 157-161.

191. Shah, C.P. A Clinical Trial of YAG Vitreolysis By Retinal Specialists / C.P. Shah. – Text : electronic // Cataract & Refractive Surgery Today & Retina Today. – 2018. – February. – URL: <https://crstoday.com/articles/a-clinical-trial-of-yag-vitreolysis-by-retinal-specialists/a-clinical-trial-of-yag-vitreolysis-by-retinal-specialists> (дата обращения: 11.08.2025).
192. Shah, C.P. Long-Term Follow-Up of Efficacy and Safety of YAG Vitreolysis for Symptomatic Weiss Ring Floaters / C.P. Shah, J.S. Heier // Ophthalmic surgery, lasers & imaging retina. – 2020. – Vol. 51, № 2. – P. 85-88.
193. Shah, C.P. YAG Laser Vitreolysis vs Sham YAG Vitreolysis for Symptomatic Vitreous Floaters: A Randomized Clinical Trial / C.P. Shah, J.S. Heier // JAMA ophthalmology. – 2017. – Vol. 135, № 9. – P. 918-923.
194. Shao, E. Vitreous and retina / E. Shao, S.C. Wong // Fundamentals in Ophthalmic Practice / ed. by C. Liu, H. Lee. – Cham : Springer, 2020. – P. 179-194.
195. Sharma, S. The importance of qualitative vitreous examination in patients with acute posterior vitreous detachment / S. Sharma, R. Walker, G. Brown [et al.] // Archives of ophthalmology. – 1999. – Vol. 117, № 3. – P. 343-346.
196. Shukla, S. Nonfamilial vitreous amyloidosis diagnosed by portable sutureless vitrectomy / S. Shukla, A. Cohen, R.G. Josephberg // Retinal cases & brief reports. – 2008. – Vol. 2, № 4. – P. 264-265.
197. Simpson, A.R. Vitreomacular adhesion and neovascular age-related macular degeneration / A.R. Simpson, R. Petrarca, T.L. Jackson // Survey of ophthalmology. – 2012. – Vol. 57, № 6. – P. 498-509.
198. Singh, I.P. Modern vitreolysis-YAG laser treatment now a real solution for the treatment of symptomatic floaters / I.P. Singh // Survey of ophthalmology. – 2020. – Vol. 65, № 5. – P. 581-588.
199. Singh, I.P. Novel OCT Application and Optimized YAG Laser Enable Visualization and Treatment of Mid- to Posterior Vitreous Floaters / I.P. Singh // Ophthalmic surgery, lasers & imaging retina. – 2018. – Vol. 49, № 10. – P. 806-811.

200. Souza, C.E. Objective assessment of YAG laser vitreolysis in patients with symptomatic vitreous floaters / C.E. Souza, L.H. Lima, H. Nascimento [et al.] // International journal of retina and vitreous. – 2020. – Vol. 6. – P. 1.
201. Spaide, R.F. Visualization of the posterior vitreous with dynamic focusing and windowed averaging swept source optical coherence tomography / R.F. Spaide // American journal of ophthalmology. – 2014. – Vol. 158, № 6. – P. 1267-1274.
202. Stalmans, P. Enzymatic vitreolysis with ocriplasmin for vitreomacular traction and macular holes / P. Stalmans, M.S. Benz, A. Gandorfer [et al.] // The New England journal of medicine. – 2012. – Vol. 367, № 7. – P. 606-615.
203. Stanga, P.E. Therapeutic Refractive Vitrectomy (TRV) for the Management of Vitreous Floaters and Opacities (VFO) Assessed by the Standardized and Kinetic Anatomical and Functional Testing of Vitreous Floaters and Opacities (SK VFO Test) / P.E. Stanga, D.Z. Reinstein, F.J. Valentin Bravo [et al.] // Retina. – 2025. – Vol. 45, № 5. – P. 883-892.
204. Stickler, G.B. Hereditary progressive arthro-ophthalmopathy / G.B. Stickler, P.G. Belau, F.J. Farrell [et al.] // Mayo Clinic proceedings. – 1965. – Vol. 40. – P. 443-455.
205. Su, D. Laser vitreolysis for symptomatic floaters is not yet ready for widespread adoption / D. Su, C.P. Shah, J. Hsu // Survey of ophthalmology. – 2020. – Vol. 65, № 5. – P. 589-591.
206. Sun, I.T. Rapid cataract progression after Nd:YAG vitreolysis for vitreous floaters: a case report and literature review / I.T. Sun, T.H. Lee, C.H. Chen // Case reports in ophthalmology. – 2017. – Vol. 8, № 2. – P. 321-325.
207. Sun, X. Nd:YAG Laser Vitreolysis for Symptomatic Vitreous Floaters: Application of Infrared Fundus Photography in Assessing the Treatment Efficacy / X. Sun, J. Tian, J. Wang [et al.] // Journal of ophthalmology. – 2019. – Vol. 2019. – P. 8956952.
208. Tan, H.S. Safety of Vitrectomy for Floaters / H.S. Tan, M. Mura, S.Y.L. Oberstein [et al.] // American journal of ophthalmology. – 2011. – Vol. 151, № 6. – P. 995-998.
209. Tasman, W.S. Posterior vitreous detachment and peripheral retinal breaks / W.S. Tasman // Transactions - American Academy of Ophthalmology and Otolaryngology. – 1968. – Vol. 72, № 2. – P. 217-224.

210. Tassignon, M.J. Real-Time Intraoperative Optical Coherence Tomography Imaging Confirms Older Concepts About the Berger Space / M.J. Tassignon, S. Ní Dhubhghaill // *Ophthalmic research*. – 2016. – Vol. 56, № 4. – P. 222-226.
211. Tozer, K. II.C. Vitreous aging and posterior vitreous detachment / K. Tozer, M.W. Johnson, J. Sebag // *Vitreous: in Health and Disease* / ed. by J. Sebag. – New York : Springer, 2014. – P. 131-150.
212. Tripathy, K. Is Floaterectomy Worth the Risks? / K. Tripathy // *Asia-Pacific journal of ophthalmology (Philadelphia)*. – 2017. – Vol. 6, № 3. – P. 303-304.
213. Tsai, W.F. Treatment of vitreous floaters with neodymium YAG laser / W.F. Tsai, Y.C. Chen, C.Y. Su // *The British journal of ophthalmology*. – 1993. – Vol. 77, № 8. – P. 485-488.
214. Tsukahara, M. Posterior Vitreous Detachment as Observed by Wide-Angle OCT Imaging / M. Tsukahara, K. Mori, P.L. Gehlbach [et al.] // *Ophthalmology*. – 2018. – Vol. 125, № 9. – P. 1372-1383.
215. Tulunay-Keesey, U. Threshold and suprathreshold spatiotemporal response throughout adulthood / U. Tulunay-Keesey, J.N. Ver Hoeve, C. Terkla-McGrane // *Journal of the Optical Society of America. A, Optics and image science*. – 1988. – Vol. 5, № 12. – P. 2191-2200.
216. Uchino, E. Initial stages of posterior vitreous detachment in healthy eyes of older persons evaluated by the optical coherence tomography / E. Uchino, A. Uemura, N. Ohba // *Archives of ophthalmology*. – 2001. – Vol. 119, № 10. – P. 1475-1479.
217. van Deemter, M. Pentosidine accumulates in the aging vitreous body: a gender effect / M. van Deemter, T.L. Ponsioen, R.A. Bank [et al.] // *Experimental eye research*. – 2009. – Vol. 88, № 6. – P. 1043-1050.
218. van Overdam, K.A. Prevalence of vitreoschisis-induced vitreous cortex remnants over the peripheral retinal surface in eyes undergoing vitrectomy for primary rhegmatogenous retinal detachment / K.A. van Overdam, P.G. van Etten, G.P.B.M. Accou [et al.] // *Acta Ophthalmology*. – 2024. – Vol. 102, № 1. – P. 99-106.

219. Vaz, F.M. Horseshoe or Flap Tear / F.M. Vaz, M. Picoto Passarinho. – Text : electronic // EyeWiki : [site]. – 2022. – October 25. – URL: https://eyewiki.aao.org/Horseshoe_or_Flap_Tear (дата обращения: 16.08.2025).
220. Vitreous: in Health and Disease / ed. by J. Sebag. – New York : Springer, 2014. – 953 p. – ISBN 978-1493910854.
221. Vogel, A. Mechanisms of intraocular photodisruption with picosecond and nanosecond laser pulses / A. Vogel, S. Busch, K. Jungnickel [et al.] // Lasers in surgery and medicine. – 1994. – Vol. 15, № 1. – P. 32-43.
222. Wagle, A.M. Utility values associated with vitreous floaters / A.M. Wagle, W.Y. Lim, T.P. Yap [et al.] // American journal of ophthalmology. – 2011. – Vol. 152, № 1. – P. 60-65 e1.
223. Waseem, T.C. Pars Plana Vitrectomy for Symptomatic Vitreous Floaters: Another Look / T.C. Waseem // International Journal of Ophthalmology and Clinical Research. – 2021. – Vol. 8, № 1. – P. 124.
224. Webb, B.F. Prevalence of vitreous floaters in a community sample of smartphone users / B.F. Webb, J.R. Webb, M.C. Schroeder [et al.] // International journal of ophthalmology. – 2013. – Vol. 6, № 3. – P. 402-405.
225. Webb, R.H. Confocal scanning laser ophthalmoscope / R.H. Webb, G.W. Hughes, F.C. Delori // Applied optics. – 1987. – Vol. 26, № 8. – P. 1492-1499.
226. Webb, R.H. Flying spot TV ophthalmoscope / R.H. Webb, G.W. Hughes, O. Pomerantzeff // Applied optics. – 1980. – Vol. 19, № 17. – P. 2991-2997.
227. Webb, R.H. Scanning laser ophthalmoscope / R.H. Webb, G.W. Hughes // IEEE transactions on bio-medical engineering. – 1981. – Vol. 28, № 7. – P. 488-492.
228. Wilkinson, C.P. Interventions for asymptomatic retinal breaks and lattice degeneration for preventing retinal detachment / C.P. Wilkinson // Cochrane database of systematic reviews. – 2014. – Vol. 2014, № 9. – CD003170.
229. Williams, S. Patophysiology of the vitreomacular interface / S. Williams, M. Landers, J.D. Gass // Macular surgery / ed. by H. Quiroz-Mercado [et al.]. – Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins, 2000. – P. 3-21.

230. Woudstra-de Jong, J.E. Patient-reported outcomes in patients with vitreous floaters: a systematic literature review / J.E. Woudstra-de Jong, S.S. Manning-Charalampidou, H. Vingerling [et al.] // *Survey of ophthalmology*. – 2023. – Vol. 68, № 5. – P. 875-888.
231. Zeni, L.P. Avulsed retinal vessels / L.P. Zeni, M.A. Vilela // *Arquivos brasileiros de oftalmologia*. – 2006. – Vol. 69, № 1. – P. 85-89.
232. Zeydanli, E.O. Management of vitreous floaters: an international survey the European VitreoRetinal Society Floaters study report / E.O. Zeydanli, B. Parolini, S. Ozdek [et al.] // *Eye (London)*. – 2020. – Vol. 34, № 5. – P. 825-834.
233. Zhao, J. Degradation of Photopic and Mesopic Contrast Sensitivity Function in High Myopes With Partial Posterior Vitreous Detachment / J. Zhao, M. Xiao, Y. Zhu [et al.] // *Translational vision science & technology*. – 2024. – Vol. 13, № 4. –P. 3.