

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«МЕЖОТРАСЛЕВОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
«МИКРОХИРУРГИЯ ГЛАЗА» ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.Н. ФЕДОРОВА»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

На правах рукописи

Таевере Мариям Рамазановна

**ОПТИМИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МИКРОИНВАЗИВНОГО
КОМБИНИРОВАННОГО ЛАЗЕР-ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ
ЛОКАЛЬНОЙ РЕГМАТОГЕННОЙ ОТСЛОЙКИ СЕТЧАТКИ**

14.01.07 – Глазные болезни

диссертация на соискание учёной степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, профессор
Дога Александр Викторович

Москва 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	14
1.1.Регматогенная отслойка сетчатки: этиология, эпидемиология и патогенез заболевания	14
1.2.Современные методы визуализации периферического витреоретинального интерфейса	20
1.3.Методы лечения регматогенной отслойки сетчатки	23
1.3.1. Эписклеральное пломбирование	23
1.3.2. Пневморетинопексия	25
1.3.3. Витрэктомия	30
1.4.Сравнительный анализ эффективности различных методов лечения регматогенной отслойки сетчатки	32
1.4.1. Пневморетинопексия и витрэктомия	32
1.4.2. Эписклеральное пломбирование и витрэктомия	33
1.4.3. Эписклеральное пломбирование и пневморетинопексия	34
1.5.Микроинвазивные технологии лечения регматогенной отслойки сетчатки.....	35
1.5.1. Однопортовая витрэктомия.....	35
1.5.2. Комбинированная микроинвазивная лазер-хирургическая технология	36
Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	39
2.1. Общая характеристика клинического материала.....	39
2.2. Методы обследования органа зрения	43

2.3. Общая характеристика способа микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения регматогенной отслойки сетчатки..... 50

2.4. Методы статистической обработки полученных результатов..... 54

Глава 3. ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОИНВАЗИВНОГО КОМБИНИРОВАННОГО ЛАЗЕР-ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ РЕГМАТОГЕННОЙ ОТСЛОЙКИ СЕТЧАТКИ 56

3.1. Изучение характера и морфометрических особенностей витреоретинальных взаимоотношений при помощи методов широкопольной визуализации периферического витреоретинального интерфейса 56

3.2. Определение необходимого объёма газовой смеси при помощи математического моделирования..... 62

3.2.1. Определение деформации пузырька газовой смеси при контакте с отслоенной сетчаткой в зоне ретинального разрыва..... 62

3.2.2. Геометрический анализ контакта пузырька газовой смеси с отслоенной зоной сетчатки 65

3.2.3. Разработка методики расчёта объёма газовой смеси для практического применения 66

3.3. Оценка состояния периферического витреоретинального интерфейса в разные сроки после адаптации отслоенной сетчатки при помощи широкопольной ОКТ 67

3.4. Примеры применения оптимизированной технологии микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения локальной регматогенной отслойки сетчатки..... 72

Глава 4. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ РЕГМАТОГЕННОЙ ОТСЛОЙКИ СЕТЧАТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПТИМИЗИРОВАННОЙ МИКРОИНВАЗИВНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ЛАЗЕР-ХИРУРГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ..... 77

4.1. Анализ клинико-функциональной эффективности оптимизированной технологии микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения локальной регматогенной отслойки сетчатки	77
4.1.1. Анализ анатомической эффективности оптимизированной технологии комбинированного микроинвазивного лазер-хирургического лечения регматогенной отслойки сетчатки	77
4.1.2 Анализ функциональной эффективности оптимизированной микроинвазивной комбинированной лазер-хирургической технологии лечения локальной регматогенной отслойки сетчатки	84
4.2. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов лечения в основной и контрольной группах	89
4.2.1. Данные предоперационного обследования пациентов в основной и контрольной группах	89
4.2.2. Сравнительный анализ анатомической эффективности лечения между группами	92
4.2.3. Сравнительный анализ функциональной эффективности лечения между группами	93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	96
ВЫВОДЫ	111
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	113
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	115
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	116

ВВЕДЕНИЕ

Регматогенная отслойка сетчатки (РОС) является самой распространённой формой отслойки, приводящей к существенному снижению зрительных функций, инвалидизации и слепоте при отсутствии хирургического лечения. Частота инвалидизации при несвоевременно начатом лечении составляет 2-9%, а риск развития РОС на парном глазу 3,5–11% (Слепова О.С. с соавт., 2006; Тахчиди Х.П. с соавт., 2007; Corpe A.M. et al., 2008; Sodhi A. et al, 2009; Mitry D. et al, 2009). При этом среди всех пациентов с РОС лица трудоспособного возраста составляют 84%, что определяет высокую социальную значимость заболевания (Щуко А. Г., 2008; Астахов Ю.С. 2009; Степанов Ю.В., 2010; Khare G., 2011). Исходя из этого, определение оптимальных подходов к лечению РОС является критически важной задачей офтальмологии.

В патогенезе РОС выделяется множество звеньев. Долгое время полагалось, что ключевым звеном заболевания является наличие ретинального разрыва, через который жидкость проникает из стекловидного тела, отслаивая сетчатку. В соответствии с этим на протяжении 80 лет критерием успешности хирургического лечения являлась степень закрытия разрыва сетчатки. Однако не все разрывы сетчатки приводят к развитию РОС, что привело к переосмыслению патогенетических основ заболевания. На сегодняшний день доказана роль тракционного компонента как лидирующего фактора развития заболевания. По мнению ряда авторов, именно устранение тракционного компонента имеет первостепенное значение в достижении высокой анатомической эффективности лечения и стабильности полученного результата (Шкворченко Д.О. с соавт., 2012; Аванесова Т. А. с соавт., 2015; Kuhn F. et al., 2014). При этом существующие методы лечения РОС оказывают неравноценное влияние на тракционный компонент, что и определяет различия в клинико-функциональных исходах лечения.

Общепринятыми методами лечения РОС являются витрэктомия (ВЭ), эписклеральное пломбирование (ЭСП) и пневморетинопексия (ПРП). С развитием хирургического инструментария, а также способов офтальмоскопического интраоперационного контроля, данные методы лечения достигли сопоставимо высоких показателей анатомической эффективности (Канюков В.Н. с соавт., 2008, Gabrelian A. et al., 2011; Горшков И.М. с соавт., 2012; Сдобникова С.В. с соавт., 2012; Sun Q. et al., 2012; Шкворченко Д.О. с соавт., 2015). Однако эффективность лечения РОС оценивается не столько достижением адаптации сетчатки непосредственно после оперативного вмешательства, сколько возможностью сохранить полученный результат в долгосрочной перспективе, не влияя при этом на зрительные функции пациента.

Витрэктомия – единственный метод лечения РОС, полностью устраняющий витреоретинальный тракционный синдром. Тем не менее, ВЭ ассоциируется с относительно высоким процентом осложнений, варьирующим в зависимости от предпочтительного тампонирующего агента, и его применение у пациентов с прозрачным хрусталиком, интактной макулой и высокими зрительными функциями нежелательно (Тахчиди Х.П. с соавт., 2001; Стебнев С.Д. с соавт., 2007; Sodhi A. et al., 2008). Исходя из этого, в лечении пациентов с локальной РОС и сохранной макулой наиболее часто используются эписклеральное пломбирование и пневморетинопексия. ЭСП ослабляет тракционный компонент путём максимального сближения ретинального пигментного эпителия с отслоенной сетчаткой. Однако ЭСП сопряжено с такими осложнениями как экстррузия, протрузия пломбы, аномалии рефракции вследствие изменения формы глазного яблока, что снижает функциональную эффективность лечения (Ashish V. et al., 2017). ПРП характеризуется самым низким процентом осложнений, ускоренной реабилитацией, низкой стоимостью и высокими зрительными функциями после проведенного лечения. Недостатком ПРП считается его низкая первичная анатомическая эффективность, связанная с минимальным влиянием на тракционный компонент. В то же время доказана эффективность ИАГ-лазерной

ретиномии в устранении тракционного компонента у пациентов с осложнёнными клапанными разрывами сетчатки (Дога А.В. с соавт., 2018). Сочетание высокой эффективности ИАГ-лазерной ретиномии в устранении тракционного компонента, а также малой инвазивности и малого процента осложнений ПРП привели к появлению способа микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения локальной РОС. Данный метод лечения заключается в иссечении зоны витреоретинального сращения (ВРС), пневморетинопексии и барьерной лазеркоагуляции по краю разрыва после полного прилегания сетчатки.

Ограничением способа является проведение ИАГ-лазерной ретиномии без учёта точной локализации и протяжённости витреоретинального сращения, в результате чего тракционный компонент может быть устранён не полностью. Другим недостатком способа является отсутствие расчёта необходимого объёма газовой смеси для проведения второго этапа. При этом одним из самых частых осложнений ПРП является формирование новых разрывов, связанных с индукцией задней отслойки стекловидного тела (ЗОСТ) газовым пузырем. По данным различных авторов, данное осложнение встречается в 7-33% случаев (Acci A.C. et al., 1999; Abecia E. et al., 2000). В данном аспекте определение минимально достаточного для адаптации сетчатки объёма газовой смеси может способствовать повышению клинико-функциональных результатов лечения. Ещё одним ограничением способа является отсутствие мер по профилактике рецидивов заболевания. Среди причин, вызывающих рецидивы РОС, определяющее значение имеют неполное устранение тракционного компонента, развитие пролиферативной витреоретинопатии (ПВР), образование новых и разблокирование старых разрывов сетчатки, а также количество офтальмохирургических вмешательств в анамнезе (Худяков А. Ю. с соавт., 2009; Стебнев В.С. с соавт., 2009; Захаров В.Д. с соавт., 2012). Рецидивы РОС после пневморетинопексии зачастую обуславливают выбор более инвазивного метода лечения для проведения реоперации. Однако увеличение инвазивности хирургического вмешательства влечет за собой усиление воспалительной реакции

в ответ на местное повреждение с активацией мембранообразования на поверхности сетчатки и развитием ПВР. Этим фактором объясняется все более частое использование микроинвазивных технологий в лечении РОС. Исходя из этого, профилактика рецидивов заболевания после газовой тампонады позволит сохранить полученный результат и избежать проведения повторного хирургического вмешательства.

Таким образом, все еще не достигнуто единого мнения о выборе предпочтительной тактики хирургического лечения локальной РОС. Все существующие методы лечения имеют свои недостатки, преимущества и ограничения. Безусловно, выбор хирургического вмешательства должен осуществляться в соответствии с предоперационными данными пациента, такими как возраст, наличие артериальной гипертензии, давность и распространенность отслойки, локализация и размеры разрывов сетчатки. При этом в целях уменьшения активности воспалительного процесса предпочтительным является применение микроинвазивных технологий. Необходимость разработки патогенетически ориентированных, микроинвазивных методов лечения локальной РОС для достижения высоких клинко-функциональных результатов и определила цель настоящего исследования.

Цель исследования

На основе современных методов широкопольной визуализации периферического витреоретинального интерфейса разработать оптимизированную микроинвазивную комбинированную лазер-хирургическую технологию для повышения клинко-функциональных результатов лечения локальной регматогенной отслойки сетчатки.

Задачи исследования

1. Разработать способ определения локализации и протяжённости ВРС, основанный на морфометрических параметрах клапанных разрывов при помощи широкопольной визуализации витреоретинального интерфейса.
2. На основе методов математического моделирования разработать способ расчёта оптимального объёма газовой смеси для проведения пневморетинопексии.
3. При помощи методов широкопольной визуализации оценить состояние периферического витреоретинального интерфейса в разные сроки после хирургического вмешательства.
4. Оценить эффективность оптимизированной технологии микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения локальной регматогенной отслойки сетчатки и стабильность полученного анатомо-функционального результата в отдаленные сроки.
5. Провести сравнительный анализ клинко-функциональных результатов лечения локальной регматогенной отслойки сетчатки с применением оптимизированной технологии и радиального эписклерального пломбирования.

Научная новизна

1. Впервые на основе методов широкопольной визуализации периферического витреоретинального интерфейса определена локализация и протяжённость витреоретинального сращения, а также разработан способ определения границ ИАГ-лазерной ретинотомии исходя из конфигурации клапанного разрыва.
2. Впервые при помощи методов математического моделирования разработан способ расчёта необходимого объёма газовой смеси для полноценной адаптации сетчатки в рамках второго этапа оптимизированной технологии

микроинвазивного комбинированного лечения локальной ретинальной отслойки сетчатки.

3. Впервые при помощи методов широкопольной визуализации периферического витреоретинального интерфейса определены значимые факторы риска возникновения поздних рецидивов заболевания, а также оптимальные сроки послеоперационного наблюдения.
4. Впервые проведен анализ клинико-функциональных результатов лечения по оптимизированной технологии, доказана ее эффективность и безопасность, а также более высокие функциональные показатели в сравнении с радиальным эписклеральным пломбированием.

Практическая значимость

1. Оптимизированная микроинвазивная комбинированная лазер-хирургическая технология позволяет повысить анатомическую эффективность лечения РОС за счет устранения тракционного компонента в зоне клапанного разрыва при помощи ИАГ-лазерного воздействия.
2. Разработанный способ определения протяженности и локализации витреоретинального сращения исходя из формы клапанного разрыва позволяет проводить первый этап оптимизированной технологии без необходимости предварительного использования широкопольных методов визуализации периферического витреоретинального интерфейса.
3. Разработанный при помощи математического моделирования способ определения необходимого объема газовой смеси с использованием данных ультразвукового В-сканирования и широкопольного мультиспектрального лазерного сканирования (МЛС), позволяет достичь полноценной адаптации сетчатки и снизить риск ранних рецидивов заболевания, связанных с индуцированием новых разрывов сетчатки.

4. Использование предложенных сроков послеоперационного наблюдения, основанных на степени миопии, аксиальной длине глаза, а также выраженности задней отслойки стекловидного тела по данным спектральной оптической когерентной томографии (ОКТ), позволяет своевременно выявить дополнительные патологические очаги с тракционным компонентом и провести барьерную лазеркоагуляцию, тем самым снижая риск развития рецидивов заболевания.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Разработанная оптимизированная технология микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения локальной РОС, заключающаяся в определении локализации и протяжённости ВРС, расчёте необходимого объёма газовой смеси, а также проведении широкопольной ОКТ в послеоперационном периоде позволяет снизить риск рецидивов заболевания, сформировать оптимальные сроки послеоперационного наблюдения, обеспечить стабильно высокие показатели анатомической эффективности и лучшие функциональные показатели по сравнению с радиальным эписклеральным пломбированием.
2. Установлена сильная корреляционная связь между локализацией витреоретинальных сращений и формой клапанного разрыва, позволяющая классифицировать клапанные разрывы и определять необходимый объём иссекаемой ИАГ-лазером ткани без предварительного проведения широкопольного сканирования.

Внедрение результатов работы в клиническую практику

Оптимизированная технология микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения РОС внедрена и активно применяется в клинической практике отделений лазерной хирургии сетчатки и витреоретинальной хирургии ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России при лечении пациентов с локальной регматогенной отслойкой сетчатки, локализованной в верхней половине глазного дна.

Апробация работы

Материалы диссертации доложены в рамках внутриклинической конференции ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России (Москва) в 2019, 2020 и 2021 гг.; на XVII научно-практической конференции «Современные технологии лечения витреоретинальной патологии 2019» (Сочи); на XI всероссийской конференции молодых ученых «Актуальные вопросы офтальмологии 2019» (Москва); на научно-практической конференции «Актуальные проблемы офтальмологии 2019» (Томск); на III научно-практической конференции «Пироговский офтальмологический форум 2019» (Москва); на конференции «19th EURETINA congress» (Париж, 2019); на научно-практической конференции «Витреособ 2020» (Баку); на XII научно-практической конференции «Съезд общества офтальмологов России» (Москва); на конференции «20th EURETINA congress» (Virtual).

Публикации

По теме диссертации опубликовано 9 печатных работ, из них 3 статьи - в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов

диссертационного исследования, 1 статья, входящая в международную базу данных «Scopus», получен патент РФ на изобретение № 2718316 от 01.04.2020

Структура и объём диссертации

Диссертационное исследование изложено на 143 страницах машинописного текста, иллюстрировано 23-мя рисунками и 15-ю таблицами. Работа состоит из введения, обзора литературы, трёх глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы, включающего 208 источников, из них 48 отечественных и 160 зарубежных.

Работа выполнена в ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России под руководством заместителя генерального директора по научной-клинической работе, доктора медицинских наук, профессора Доги А.В. Клиническая часть исследования, включающая проведение комплекса специальных методов обследования, лазерных и хирургических вмешательств, выполнена на базе отдела лазерной хирургии сетчатки (зав. отд., д.м.н., Володин П.Л.) и отделения витреоретинальной хирургии (зав. отд., к.м.н. Горшков И.М.). Математическое моделирование проводилось на базе вычислительного центра ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России под руководством кандидата технических наук Бессарабова А.Н.

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Регматогенная отслойка сетчатки: этиология, эпидемиология и патогенез заболевания

Регматогенная отслойка сетчатки является тяжелой патологией органа зрения, приводящей к слабовидению и слепоте в отсутствие хирургического лечения. Данное заболевание характеризуется разобщением нейросенсорной сетчатки и ретинального пигментного эпителия (РПЭ) вследствие тракционного воздействия на сетчатку с формированием разрыва, через который жидкость проникает из стекловидного тела.

Как известно, РОС является самой часто встречаемой формой отслойки сетчатки и занимает значимое место в структуре причин слабовидения, слепоты и инвалидизации лиц трудоспособного возраста. По данным общероссийской общественной организации «Ассоциация врачей офтальмологов» на 2010 год популяционная частота РОС колеблется от 8,9-24,4 случаев на 100 000 населения [1]. Стоит отметить, что инвалидность пациентов с отслойкой составляет 2-9% среди всех причин инвалидности по зрению, а риск развития заболевания на парном глазу составляет 3,5-5,8% в течение первого года, увеличиваясь до 11% в течение четырёх последующих лет [31,26,139,140]. При этом подавляющее большинство (84%) пациентов с РОС являются лицами трудоспособного возраста, что обуславливает высокую социальную значимость заболевания. Согласно последним эпидемиологическим данным, распространённость РОС в Европе варьируется от 9,4 случаев на 100 000 населения в Великобритании до 18,1 случаев на 100 000 населения в Нидерландах и составляет в среднем 13,3 случая на 100 000 населения [142,195,112]. Возраст, при котором наиболее высок риск развития отслойки, также вариабелен. Систематический обзор эпидемиологических особенностей отслойки с 1970-2009 года, проведённый

Mitry D. с соавторами выявил наличие двух возрастных пиков, при которых развитие РОС наиболее вероятно: в возрасте 60-69 лет ввиду наличия в анамнезе экстракции катаракты, а также возрастных изменений стекловидного тела, приводящих к развитию задней отслойки стекловидного тела, и в возрасте 20-30 лет при наличии миопии высокой степени как предрасполагающего к развитию ЗОСТ фактора. Однако, в соответствии с данными Vjertum S. (2013) в настоящее время чаще всего РОС развивается в возрасте 40-59 лет. Кроме того, по данным департамента здравоохранения Дании, отмечается тенденция к возрастанию числа РОС в популяции более чем на 50% за последнее десятилетие [140,150,59]. Смещение возрастных показателей возникновения заболевания, а также увеличение распространённости РОС в целом ряд авторов связывают с более ранним и частым проведением экстракции катаракты [58,61]. В то же время, в исследовании, проведенном в Нидерландах, также отмечается увеличение распространённости РОС на 44% в период с 2009 по 2016 года, однако не было выявлено статистически значимой разницы между пациентами с артифакией и нативным хрусталиком, и вероятной причиной данных изменений авторы считают увеличение частоты развития миопии [196]. Соответственно, на данный момент этиология столь резкого скачка заболеваемости не определена. Тем не менее, в качестве основных причин рассматриваются миопия высокой степени, а также хирургическое вмешательство на хрусталике, являющиеся известными факторами риска развития РОС.

Согласно литературным источникам, 40% всех пациентов с отслойкой сетчатки ранее перенесли экстракцию катаракты [134]. При этом отслойка сетчатки в 50% случаев развивается в срок до 1 года после операции по замене хрусталика. Анализируя роль различных хирургических подходов к удалению хрусталика, было выявлено, что чаще всего отслойка сетчатки развивалась после интракапсулярной экстракции катаракты (5,4%), реже при выполнении экстракапсулярной экстракции (1,6%) и факоемульсификации (0,4%) [155]. Удаление прозрачного хрусталика с рефракционной целью у пациентов с миопией высокой степени приводит к развитию РОС в 4% случаев [160].

Причиной столь высокого процента отслоек после хирургии хрусталика считается изменение структуры стекловидного тела (СТ), приводящее к ускоренному развитию ЗОСТ.

Миопия также является одним из основных факторов риска РОС [140]. Характерным является риск формирования РОС в зависимости от степени миопии. Так, при миопии слабой степени (до 3 диоптрий) риск развития РОС выше в 4 раза, а при миопии средней и высокой степеней – в 10 раз [87]. Так же, как и в случае хирургии катаракты, причиной частого развития РОС у пациентов с миопией является ранее развитие задней отслойки стекловидного тела с выраженным тракционным воздействием на сетчатку [141,148].

Другими факторами риска РОС являются дистрофия сетчатки по типу «решетки» (6-9,5%), травматические повреждения глаз (6,3-12%), а также системные заболевания, такие как синдром Марфана (5-11%) и синдром Стиклера (9-11%) [140,184,68,77,162,133,161,72,138,163]. Объединяющим фактором у всех перечисленных предикторов отслойки сетчатки является изменение структуры стекловидного тела, приводящее к формированию ЗОСТ, что объясняется патогенетическими особенностями развития данной патологии.

С 1923 года, когда Jules Gonin выявил, что возникновение заболевания может быть связано с наличием разрыва в сетчатке и впервые достиг прилегания сетчатки путем проведения термокоагуляции через трепанационное отверстие в склере, наличие разрыва в сетчатке расценивалось как основной патогенетический механизм развития РОС [98,168]. Однако, несмотря на успешное закрытие ретинального дефекта при помощи различных хирургических методов, отмечалась недостаточно высокая эффективность и относительно высокий процент рецидивов. Дальнейшее изучение патогенеза данной патологии и совершенствование инструментальных методов исследования привели к появлению новой концепции, согласно которой разрыв сетчатки играет не ключевую, а опосредованную роль в формировании РОС. Развитие РОС напрямую связано с изменением фибриллярной структуры СТ, образованием зон синхизиса и синерезиса, в результате чего формируется

незавершенная ЗОСТ с наличием участков постоянного тракционного воздействия, которые, в свою очередь, приводят к разрыву сетчатки [89,30,32]. Определение тракционного компонента как одного из ведущих звеньев патогенеза РОС создало предпосылки к детальному изучению СТ и витреоретинальных взаимоотношений.

Как известно, СТ образовано особым видом специализированной оформленной соединительной ткани и представляет собой сложноорганизованную структуру, состоящую из основного гелеобразного вещества, в которое погружены фибриллы коллагена II, IX, XI типов, образующие пространственную сеть, и молекулы гиалуроновой кислоты [89,28,23]. Одним из последних достижений в изучении механизма формирования витреоретинальной адгезии и ЗОСТ можно считать исследование Лыскина П.В. (2010), в котором посредством сканирующей электронной микроскопии он впервые обнаружил эпиретинальный слой СТ [27]. Данный слой имеет толщину 3-5 мкм и остается фиксированным к поверхности сетчатки после удаления кортикального СТ. По результатам исследования, эпиретинальный слой стекловидного тела также остается фиксированным к сетчатке после ЗОСТ ввиду его наиболее прочного контакта с внутренней пограничной мембраной сетчатки (ВПМ) [28]. Эволюция в понимании структурных изменений СТ и витреоретинальных взаимоотношений произошла с появлением разработанной совместно ООО «НЭП МГ» и ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России суспензии «Витреоконтраст» [23]. В ходе хромвитрэктомии с помощью данной суспензии обнаружено, что при образовании дефектов в кортикальных слоях структура стекловидного тела меняется, формируется грыжа СТ, что, по мнению авторов, может служить одним из звеньев патогенеза РОС. Кроме того выявлено, что, в случае плотной фиксации кортикальных слоев к сетчатке, при формировании ЗОСТ возникает витреолизис, являющийся проявлением аномальной ЗОСТ. Хромвитрэктомия с суспензией «Витреоконтраст» подтвердила наличие эпиретинального слоя СТ,

который плотно фиксируется к ВПМ и может оставаться на поверхности сетчатки при индукции ЗОСТ [22]. Считается, что он может играть роль в патогенезе пролиферативной витреоретинопатии, которой также отводят важное значение в патогенезе РОС и ее рецидивов [19]. Стоит отметить, что в отличие от «Витреоконтраста» эпиретинальное СТ не контрастируется суспензией «Кеналог-40», что в совокупности с отсутствием цитотоксичности подтверждает преимущество суспензии «Витреоконтраст» в информативности и безопасности по сравнению с другими флюорофорами и хромофорами, используемыми для контрастирования СТ [46,21].

Индукцированный развитием ЗОСТ разрыв сетчатки приводит к скоплению жидкости в субретинальном пространстве, способствуя разобщению нейроэпителия и РПЭ. Согласно мнению ряда авторов, наличие только разрыва без тракционного воздействия не вызывает развития РОС [65,175]. Это подтверждается также тем, что РОС, как правило, развивается при наличии клапанного разрыва, который, как известно, ассоциирован с наличием тракционного компонента. Также в исследовании Большунова А.В. с соавторами (2010) было выявлено, что из всех возможных факторов риска формирования РОС и неэффективности барьерной лазеркоагуляции сетчатки (ЛКС) статистически достоверным является только наличие шварт, фиксированных к разрыву [8]. Однако не во всех случаях формирования ЗОСТ возникает РОС. Известно, что поддержание контакта нейроэпителия и РПЭ осуществляется посредством метаболических и механических факторов. К ним относятся гидростатическое давление, создаваемое внутриглазной жидкостью, онкотическое давление хориоидеи, а также насосная функция РПЭ. В то же время существуют патологические факторы, приводящие к разобщению данных слоев (тракционный компонент, гравитационное воздействие). Только при превалировании патологических факторов над факторами нормальных витреоретинальных взаимоотношений, возникает РОС.

С патогенетической точки зрения важную роль также играют причины рецидивирования заболевания, поскольку процент рецидивов все еще остается достаточно высоким (2-37,3%) несмотря на сопоставимые высокие анатомические результаты современных методов лечения [206,113,188,116,165,179,194,40]. Лидирующей причиной рецидивов считается развитие ПВР степени С и более [146]. Патофизиологически данный процесс характеризуется миграцией и пролиферацией клеточных элементов, включая клетки РПЭ и глиальные клетки, что сопровождается образованием мембран на поверхности сетчатки с их последующим сокращением, тракционным воздействием и развитием отслойки сетчатки. Характерным является превалирование случаев развития ПВР после витрэктомии по сравнению с другими методами лечения [51]. Второй по значимости причиной рецидивирования является образование новых разрывов или разблокирование первичного разрыва [146]. Рецидивирование отслойки сетчатки по данной причине наиболее характерно для эписклерального пломбирования и пневморетинопексии вследствие неполного устранения тракционного воздействия на сетчатку [53,96,159]. При этом Foster R.E. с соавторами (2002) выявил, что возникновение поздних рецидивов (более 6 месяцев после прилегания сетчатки) РОС ассоциировано в большей степени с формированием новых разрывов в связи с продолжающейся витреоретинальной тракцией [90]. Исходя из вышеизложенного, устранение тракционного компонента, помимо повышения анатомической эффективности лечения, является также одним из ключевых факторов профилактики рецидивов РОС.

Всестороннее изучение патологических механизмов формирования аномальной витреоретинальной адгезии позволяет не только уточнить патогенетические аспекты заболевания, но также использовать полученные данные для планирования хирургического вмешательства с целью получения наилучших клиничко-функциональных результатов. В настоящее время наиболее изученной областью формирования аномальной ЗОСТ является патология

макулярной зоны. Обнаружение витреолизиса, как одного из признаков аномальной ЗОСТ, при помощи различных методов диагностики, в том числе оптической когерентной томографии, позволяет формировать рекомендации для проведения хирургического вмешательства при таких заболеваниях как болезнь Илза, макулярный разрыв и эпиретинальный фиброз [55,101]. Однако все еще не определены диагностические особенности витреоретинальной адгезии при РОС и возможности их использования для планирования хирургического лечения отслойки сетчатки.

Столь высокий интерес к взаимосвязи структурных изменений СТ и возникновении РОС, а также определение сохраняющей витреоретинальной тракции как одной из главных причин рецидивирования заболевания, привели к детальному исследованию механизмов витреоретинальной адгезии. Дальнейшее совершенствование методов визуализации периферического витреоретинального интерфейса открыли новые возможности для изучения витреоретинальных взаимоотношений.

1.2. Современные методы визуализации периферического витреоретинального интерфейса

Как было упомянуто ранее, изучение характера витреоретинальных взаимоотношений является важным диагностическим этапом, позволяющим планировать оперативное вмешательство и прогнозировать его исходы. В настоящее время существуют работы, демонстрирующие высокую информативность оптической когерентной томографии и лазерных сканирующих методов (конфокальная лазерная сканирующая офтальмоскопия, мультиспектральное лазерное сканирование) в визуализации периферического витреоретинального интерфейса.

Согласно данным литературы, периферическая ОКТ была проведена впервые Kamppeter A. и Jost B. Jonas в 2004 году на приборе «Zeiss Stratus OCT

3000» (Германия) [115]. Возможность сканирования периферических отделов сетчатки, несомненно, являлась инновацией в устройстве оптических когерентных томографов. Однако низкая скорость сканирования (400 А-сканов в секунду) не позволяла получать качественные изображения, лишенные артефактов. Кроме того, небольшой угол съёмки ($26^\circ \times 21^\circ$) позволял получить изображение периферических изменений сетчатки только путем крайнего отведения глазного яблока при помощи источника внешней фиксации, что создавало определенные технические сложности в проведении исследования. Тем не менее, еще на этапе использования данного прибора Ghazi N.G с соавторами в 2006 г. была обнаружена корреляционная взаимосвязь между результатами ОКТ и морфологическими изменениями, полученными при исследовании 11 гистологических срезов энуклеированных глаз, что позволяет приравнивать данные ОКТ-сканирования к данным, полученным при гистологическом исследовании [95]. Достижения в визуализации периферического витреоретинального интерфейса также привели к появлению интереса в данной области в педиатрической практике. Так, Rajeev H. Muni с соавторами в 2010 году провел ретроспективное исследование, анализирующее ОКТ-сканограммы 5 пациентов с тракционным ретиношизисом, разрывом и отслойкой сетчатки при помощи ОКТ прибора «NHSD-ОСТ» (Bioptigen, Durham, North Carolina). Полученные данные демонстрировали высокую информативность в раннем обнаружении тракционного ретиношизиса и отслойки сетчатки и являлись показателями к своевременному проведению барьерной ЛКС [144]. Последующее улучшение характеристик ОКТ приборов привело к увеличению скорости сканирования и угла обзора и тем самым повышению диагностической ценности ОКТ. Описаны особенности витреоретинальных взаимоотношений при наличии периферических витреоретинальных дистрофий (ПВХРД) на приборе «RTVue-100» (Optovue, США), характеризующегося скоростью сканирования в 26000 А-сканов в секунду и углом обзора в 30° [42,35,191]. Несмотря на все преимущества данной платформы, представленный угол обзора все еще предполагает использование

крайнего отведения взора при помощи метки внешней фиксации. Возрастающий интерес к ОКТ сканированию периферических отделов глазного дна привел к появлению приборов с увеличенным углом обзора, таких как «Avanti RTVue XR» компании Optovue (угол обзора 40°, 70 000 А-сканов/сек) и «Spectralis HRA + OCT2» компании Heidelberg Engineering (угол обзора 55°, 85 000 А-сканов/сек). Несмотря на диагностические возможности данных приборов, исследования по их применению немногочисленны и ограничиваются изучением витреоретинальных взаимоотношений при наличии семейной экссудативной витреоретинопатии, ПВХРД и периферических ретинальных разрывов [205,69,12,25]. Последним достижением в области совершенствования оптических когерентных томографов является появление Swept-Source ОКТ-приборов, обладающих высокими показателями скорости сканирования, улучшенной глубиной и увеличенным полем сканирования, таких как «Xerphilio OCT-S1» компании Canon (угол обзора 80°, скорость сканирования 100 000 А-сканов/сек) и «PLEX Ellite 9000» компании Carl Zeiss (угол обзора 56°, скорость сканирования 100 000 А-сканов/сек). В связи с тем, что данная технология является относительно новой, встречаются единичные работы по ее применению для исследования периферических отделов глазного дна [169,187].

Также в диагностике ретинальной патологии широко используются сканирующие лазерные методы - конфокальная сканирующая лазерная офтальмоскопия (СЛО) и МЛС. Идея визуализации структур глазного дна при помощи лазерного сканирования была предложена в 1980 г [200]. СЛО использует принцип получения псевдоцветного изображения, формируемого при генерации светового луча лазерным излучателем на сетчатку и его последующем отражении. СЛО широко используется в обнаружении патологии сетчатки у пациентов с глаукомой, сахарным диабетом и возрастной макулярной дегенерацией [4,15,186,24]. Также существуют работы, оценивающие диагностическую ценность СЛО в выявлении РОС [5,7]. Однако более информативной является технология МЛС, в которой используется одновременное сканирование тремя длинами волн (синего, зеленого и

инфракрасного спектров). Их различная глубина проникновения в ткани позволяет выявлять анатомические и патологические особенности сетчатки на разных уровнях и, таким образом, получать более контрастное, детализированное изображение глазного дна [14]. МЛС в основном широко применяется для диагностики патологии центральной области сетчатки, однако существуют исследования, демонстрирующие эффективность МЛС в диагностике периферических разрывов сетчатки [12]. Следует отметить, что применение данной технологии в изучении РОС к настоящему времени исследовано недостаточно.

В свете вышеизложенного, ОКТ и МЛС являются высокоинформативными методами исследования, позволяющими с большой точностью оценивать изменения витреоретинального интерфейса. Тем не менее, их диагностические возможности в исследовании РОС недостаточно изучены, что определяет высокую актуальность их применения при данной патологии.

Развитие методов высокоточной инструментальной диагностики, а также выявление новых особенностей витреоретинальной адгезии и тракционного воздействия в механизме патогенетического развития РОС обуславливают возможность и необходимость проведения анализа клинико-функциональных результатов существующих методов лечения, в том числе и в сравнительном аспекте.

1.3. Методы лечения регматогенной отслойки сетчатки

1.3.1. Эписклеральное пломбирование

Техника эписклерального пломбирования, заключающаяся в создании вала вдавления путём наложения пломбы, была впервые предложена в 1950-х годах Schepens С.Л. и Custodis Е. [172,78]. Впоследствии ЭСП претерпело множество изменений в используемых материалах, инструментарии и хирургической технике. Важным условием для достижения стабильного

анатомического результата при применении пломбирования является точная локализация разрыва, которая традиционно осуществляется с помощью непрямой офтальмоскопии. Однако, интраоперационное применение непрямой офтальмоскопии создает трудности в визуализации, что приводит к увеличению продолжительности операции. Таким образом дальнейшие инновации в эписклеральной хирургии заключались в поисках более универсального метода офтальмоскопического контроля. В последние годы появилось несколько исследований, демонстрирующих эффективность применения широкоугольной системы визуализации совместно с интраокулярным панорамным эндоосветителем калибров 25G и 27G [54,119,203,176,37]. Данная система также способствовала появлению новых методов дренирования субретинальной жидкости [75,52]. Однако, несмотря на высокие результаты использования данной технологии, Sakono T. с соавторами (2017) сообщает о нескольких случаях возникновения послеоперационного эндофтальмита [170].

Согласно данным рандомизированных клинических исследований (РКИ), начальная эффективность (однократной операции) ЭСП составляет 82,9% возрастая до 93,8% после повторного хирургического вмешательства [208]. Тем не менее, наличие постоянного импланта при экстрасклеральной хирургии не исключает развития ряда осложнений, таких как рефракционные нарушения, протрузия пломбы и эрозия склеры, экструзия импланта, также не исключен риск перфорации глазного яблока при наложении эписклеральных швов для фиксации пломбы [57,117,70]. Диплопия после эписклерального пломбирования с частотой около 5% может сохраняться в течение всей жизни. При этом именно рефракционные изменения являются наиболее частыми нежелательными послеоперационными эффектами эписклеральной хирургии. По данным мета-анализа Natef E. с соавторами (2015), индуцированная близорукость и астигматизм развивается в 68,4% случаев, отслойка хориоидеи в 16,8%, развитие ПВР и эпиретинальной мембраны (ЭРМ) в 4,8% случаев [102]. Изменения рефракции приводят к существенному снижению

удовлетворенности пациентов качеством жизни за счет появления дополнительного цилиндрического и сферического компонентов рефракции, что особенно ощутимо сказывается на пациентах с сохранной макулярной зоной и изначально высокими зрительными функциями. Так, проведенный Kogiyama M. с соавторами (2007) анализ удовлетворенности пациентов при помощи анкетирования выявил, что только 7% пациентов удовлетворены качеством жизни через 6 месяцев после проведения ЭСП. При этом 92% пациентов предъявляли жалобы на снижение зрения после операции, 69% - на метаморфопсии и 23% - на диплопию [121].

Стоит также отметить, что после ЭСП отмечается наибольший процент рецидивов (27,92%) по сравнению с другими методами лечения. Основными причинами рецидивов являются ПВР, формирование новых разрывов или разблокирование начального разрыва из-за сохранения остаточных тракций, а также персистенция субретинальной жидкости [208,96].

Согласно клиническим рекомендациям, предпочтительно применение ЭСП пациентам с нативным хрусталиком, прозрачными оптическими средами и отсутствием гигантских разрывов.

1.3.2. Пневморетинопексия

Исторически первое упоминание об использовании интраокулярного газа для лечения РОС датируется 1911 г. Данная методика долгое время не использовалась, пока Rosengren В. в 1938 г. не провел первое масштабное исследование по использованию пневморетинопексии для лечения РОС, заключающееся в интраокулярной инъекции газа и диатермии [167]. Частота прилегания сетчатки составляла 77%, однако, вследствие затруднительного обнаружения разрывов и экспозиции воздуха, недостаточной для формирования хориоретиальной адгезии, наблюдался высокий процент рецидивов. Впоследствии данная операция была модифицирована Norton E. и Lincoff H. в

начале 70-х, которые предложили проводить тампонаду с использованием расширяющегося газа SF₆ с дальнейшей коагуляцией краёв разрыва после прилегания сетчатки [151,129]. Отличительной особенностью данной операции являлось предварительное дренирование субретинальной жидкости, что приводило впоследствии к различным осложнениям. Классическая технология пневморетинопексии, заключающаяся во введении расширяющегося газа с последующей коагуляцией краёв разрыва после прилегания сетчатки без дренирования субретинальной жидкости, была предложена лишь в 1986 году Hilton G.F. и Grizzard W.S. При этом важным условием, определяющим анатомо-функциональный результат ПРП является соответствие локализации газового пузыря области разрыва, что достигается путём соответствующего позиционирования головы. Стоит отметить, что с появлением перфторуглеродных газов тампонада отслойки проводилась не только с использованием SF₆, но также CF₄, C₂F₆, C₃F₈, C₄F₁₀. Данные газы отличаются степенью расширения и временем экспозиции в витреальной полости. В настоящее время чаще используются SF₆ и C₃F₈ с коэффициентами расширения 2 и 4, соответственно. Также для проведения ПРП успешно используются тампонада газовоздушными смесями и воздухом. Вопреки тому, что в эпоху становления данной технологии тампонада воздухом давала низкие анатомо-функциональные результаты, Sebag J. с соавторами (2011) в своем исследовании продемонстрировал высокую эффективность воздушной тампонады 77 глаз, равную 80,5%, что сопоставимо с эффективностью при использовании расширяющихся газов. Согласно этому исследованию, пациенты получали высокие функциональные результаты за меньшее время (5 дней по сравнению с 2-4 неделями после инъекции газа) [202].

Традиционно ПРП проводится при наличии неосложненных РОС с разрывами, локализуемыми в верхней полусфере глазного дна. Данное ограничение связано с затруднением проведения газовой тампонады нижних отделов сетчатки в связи с физическими свойствами газа. Тем не менее, описаны

работы демонстрирующие высокие результаты применения ПРП при наличии нижних разрывов сетчатки, однако использование ПРП у таких пациентов сопряжено с длительным вынужденным положением головы вниз, что ограничивает область применения данной методики [110]. Проведение ПРП у пациентов с артификацией все еще остается дискуссионным вопросом. С одной стороны, исследования демонстрируют низкие анатомо-функциональные результаты ПРП у пациентов с артификацией, связанные с тем, что интраокулярная линза создает технические препятствия для визуализации периферии и таким образом создаётся риск невыявления всех разрывов сетчатки. В этих же исследованиях отмечается большая вероятность возникновения множественных разрывов у данных пациентов [100,114]. Однако это не согласуется с данными крупнейшего рандомизированного клинического исследования PIVOT (The Pneumatic Retinopexy versus Vitrectomy for the Management of Primary Rhegmatogenous Retinal Detachment) посвящённому сравнению эффективности между ПРП и ВЭ. В данном исследовании при помощи модели логистической регрессии статистически значимой разницы в клинко-функциональных результатах лечения у пациентов с артификацией по сравнению с пациентами с нативным хрусталиком выявлено не было [107].

В настоящее время применение ПРП как метода лечения первой линии набирает все большую популярность. Это объясняется высокими клинко-функциональными результатами, низким процентом рецидивов и осложнений. По данным Roxane J. Hiller (2019), первичный анатомический успех ПРП составляет 80,8%, эффективность повторного оперативного вмешательства составляет 98,7% [107]. Из осложнений пневморетинопексии: ПВР составляет 4,42%, развитие эпиретинальной мембраны – 3,88%, отслойка хориоидеи – 2,91% и катаракта - 0,97%. Стоит обратить внимание на то, что ПРП характеризуется самыми низкими показателями осложнений по сравнению с другими методами лечения. Еще одним преимуществом данной технологии

является значительная экономия ресурсов, что является немаловажным фактором экономической эффективности. В исследовании Stewart S. и Chan W. (2018) показано, что ПРП дешевле эписклерального пломбирования и витрэктомии на 37,9% и 48,6%, соответственно [185]. Последние ретроспективные исследования также демонстрируют потенциальную экономию затрат при применении ПРП в 60%, что говорит о том, что более широкое использование ПРП может иметь важные финансовые преимущества как для пациента, так и для системы здравоохранения, по сравнению с другими хирургическими методами [114,97,147]. Отличительной особенностью ПРП также являются высокие показатели социальной эффективности, заключающиеся в ускоренном периоде реабилитации пациентов. Так, в многоцентровом исследовании Tornambe P.E. (1989) среднее количество дней пребывания в больнице с учетом повторных операций составило 0,6 для пациентов после ПРП и 2,7 для пациентов после ЭСП [190]. Следует отметить, что со времени данного исследования, совершенствование ПРП привело к возможности её проведения в амбулаторных условиях, что еще больше повысило показатель социальной эффективности технологии. Быстрое восстановление зрительных функций после ПРП по сравнению с ЭСП было также отмечено в исследовании PIVOT [107]. Таким образом, неоспоримыми преимуществами ПРП являются низкий процент осложнений, быстрый период восстановления пациентов, экономия денежных средств при высоком конечном анатомическом результате.

Несмотря на перечисленные преимущества и совершенствование технологии ПРП, она все ещё характеризуется рядом недостатков. Так, формирование новых разрывов после ПРП наблюдается в 15% случаев, а развитие ПВР – у 4% пациентов. Формирование новых разрывов является самым частым осложнением ПРП, приводящим к рецидивированию РОС. Предполагается, что данное осложнение связано с индукцией ЗОСТ расширяющимся газовым пузырем [190,183]. В данном аспекте важным

фактором является выбор тампонирующего агента и расчёт его объёма. Как было сказано ранее, наиболее предпочтительными газами для проведения ПРП являются SF₆ и C₃F₈. Однако стоит обратить внимание на несогласованность хирургов в выборе концентрации и объёма газа. Концентрация вводимого газа варьирует от использования 100% чистого вещества до применения 10-20% для C₃F₈ и 20-30% для SF₆. Объём газа также вариабелен и составляет от 0,3-1,8 мл по данным различных исследований [80,84,166,85,56,185,62,36,88]. Основной опасностью использования чистого газа в больших объёмах считается подъём внутриглазного давления, особенно при применении C₃F₈ ввиду его бóльшего коэффициента расширения и длительности нахождения в витреальной полости [181]. Данное утверждение подтвердил Hutter J. с соавторами (2002) путем создания модели внутриглазного газообмена в витреоретинальной хирургии. В результатах исследования выявлена взаимосвязь повышения внутриглазного давления при увеличении концентрации или объёма газа [109]. С этой точки зрения применение газоздушных смесей является более оправданным и безопасным. При этом объём и концентрация газа должны быть достаточны для обеспечения полноценной тампонады на срок формирования прочной хориоретинальной адгезии, который составляет, по данным различных авторов, от 3-7 дней [63,108,118,193]. Tompson J.T. (1992) в своем исследовании посредством линейного регрессионного анализа выявил увеличение периода полувыведения смеси воздуха и C₃F₈ при повышении концентрации C₃F₈. При этом период полувыведения 5% C₃F₈ составляет 4,2 дня, 10% - 6,5 дней, 15% - 8 дней и 20% - 12,5 дней [189]. По данным Kontos A. (2017), длительность нахождения газа в витреальной полости для C₃F₈ в концентрации от 12% до 20% составляет в среднем от 2-4 недель [120]. Таким образом, предпочтительным является использование минимального объёма и концентрации газа, достаточных для формирования эффективной тампонады. Другим существенным недостатком ПРП является снижение анатомического успеха с 91% непосредственно после инъекции газа до 80% после резорбции газового пузыря в связи с возобновлением тракционного воздействия со

стороны СТ [122]. В связи с этим многочисленные исследования указывают на возможность повторного проведения ПРП для достижения высокого конечного анатомического результата [104,76,71,182]. Однако необходимость в повторном хирургическом вмешательстве значительно снижают показатели как клинической, так и социально-экономической эффективности технологии, являющимися ключевыми факторами, выделяющими данную технологию на фоне альтернативных методов лечения.

Исходя из вышесказанного, пневморетинопексию рекомендуется использовать при наличии разрывов в верхней полусфере глазного дна, расположенных в смежных меридианах у комплаентных пациентов.

1.3.3. Витрэктомия

Как известно, витрэктомия, заключающаяся в удалении СТ с целью устранения тракционного компонента с использованием инструментов 17 G, была предложена в 1972 году Machemer R. для лечения РОС с витреальной тракцией и ПВР [135]. Впоследствии технику дополнили тампонадой газом, что позволило получить бóльший процент прилегания сетчатки [73]. ВЭ стала набирать популярность с разработкой инструментов 20G [105,198]. С появлением микроинвазивной витрэктомии 23G - 29G эта техника стала и по настоящее время является самой частой операцией, проводимой для лечения РОС [91,83,126,192,145,124,45,16,43,156,164,20, 11,6]. Тем не менее, существуют данные, указывающие на высокий процент развития осложнений после ВЭ, включающих развитие ПВР и прогрессирование катаракты [180]. Вместе с тем, по мнению некоторых исследователей, данных осложнений можно избежать при проведении витрэктомии с пилингом внутренней пограничной мембраны в сочетании с экстракцией катаракты [17,18]. На сегодняшний день все еще остаются нерешенными вопросы о предпочтительном выборе тампонирующего агента. Преимуществом газовой

тампонады является самостоятельное рассасывание газа и отсутствие необходимости в повторном оперативном вмешательстве, в результате чего частота рецидивов РОС при данном виде тампонады меньше [82]. К недостаткам данного метода следует отнести длительное вынужденное положение пациента в послеоперационном периоде. В то же время, использование в качестве тампонирующего агента силиконового масла сопряжено с развитием следующих осложнений: катаракта (33-100%), вторичная гипертензия (0-32%), эмульгирование силиконового масла (1-100%), силиконовая кератопатия (3-62%) и деструктивные изменения тканей глаза [38]. Также существуют работы по применению бинарной тампонады у пациентов, имеющих разрывы в верхней и в нижней полусфере глазного дна [29]. Метод заключается в тампонаде витреальной полости ПФОС и силиконом. Авторы данного исследования отмечают высокий процент прилегания сетчатки, однако также более частое развитие катаракты и эмульгации тампонирующих веществ. В связи с этим, в настоящее время все еще продолжают поиски наиболее эффективного и безопасного тампонирующего вещества. Последние инновационные разработки в этой области предполагают использование искусственного СТ в качестве постоянного тампонирующего агента. Для этого необходимо применение биосовместимых, оптически прозрачных материалов, обладающих соответствующей вязкостью и отсутствием токсичности для сетчатки. В данных работах наилучшие результаты показывают гидрогели на основе гиалуроновой кислоты [3,103,111,174,173,].

Одним из серьезных последствий витрэктомии, помимо перечисленных выше, является появление метаморфозий, связанных со структурными изменениями сетчатой оболочки глаза [92,199]. В исследовании Okuda T. с соавторами (2018) метаморфозии после витрэктомии наблюдались у 21% пациентов с РОС и сохранной макулярной зоной, что безусловно привело к существенному снижению качества зрения [153]. Формирование макулярного разрыва является более редким (2,6%) осложнением витрэктомии, однако также

значительно снижающим зрительные функции у пациентов с сохранной макулой [157,86,64]. В целом, по данным различных авторов, выраженное снижение зрительных функций, связанное с микроструктурными повреждениями сетчатки, встречается у пациентов с РОС и интактной макулой в 15% случаев после витрэктомии, сказываясь как на клинико-функциональных результатах лечения, так и на удовлетворенности пациентов качеством жизни после операции [81,125,178,39].

Соответственно, ВЭ на сегодняшний день является одним из самых высокоэффективных методов лечения РОС. Тем не менее, высокий процент осложнений при проведении данного хирургического метода ограничивает его применение у пациентов с наличием локальной отслойки, высоких зрительных функций и сохранной макулой. Исходя из вышесказанного, ВЭ рекомендуется пациентам старшей возрастной группы при наличии разрывов, расположенных в различных участках сетчатки, в том числе гигантских разрывов, а также при выявлении ПВР на предоперационном этапе. Рекомендуется комбинация ВЭ с экстракцией катаракты в виду катарактогенного эффекта витрэктомии.

1.4. Сравнительный анализ эффективности различных методов лечения регматогенной отслойки сетчатки

1.4.1. Пневморетинопексия и витрэктомия

Крупнейшее рандомизированное клиническое исследование PIVOT, проведенное в 2018 г. показало, что пневморетинопексию можно считать операций выбора для тщательно отобранной группы пациентов, отвечающих следующим критериям: наличие разрывов сетчатки в соседних меридианах в пределах одного сектора, локализованных в верхней полусфере глазного дна [107]. Результаты данного РКИ демонстрируют наилучший функциональный результат, меньшие показатели вертикальной метаморфопсии и бóльшую удовлетворенность качеством жизни после ПРП по сравнению с ВЭ. В

частности, средняя острота зрения по системе ETDRS через 3 месяца составила $78,4 \pm 12,3$ в группе ПРП и $68,5 \pm 17,8$ в группе ЭСП. Через 12 месяцев данный показатель составлял $79,9 \pm 10,4$ в группе ПРП и $75,0 \pm 15,2$ в группе ВЭ. Показатель вертикальной метаморфопсии составил $0,14 \pm 0,29$ в группе ПРП и $0,28 \pm 0,4$ в группе ВЭ. В то же время отмечается более низкий по сравнению с ВЭ показатель первичного прилегания сетчатки (80,8% после ПРП и 93,2% после ВЭ) и сопоставимый показатель конечного анатомического результата (98,7% после ПРП и 98,6% после ВЭ).

1.4.2. Эписклеральное пломбирование и витрэктомия

В одном из крупнейших мультицентровых рандомизированных клинических исследований SPR (The Scleral Buckling Versus Primary Vitrectomy in Rhegmatogenous Retinal Detachments Study, 2001-2013), с участием 681 пациента (416 пациентов с нативным хрусталиком и 265 артификачных пациентов) проводилось сравнение ВЭ и ЭСП с определением прогностических факторов для достижения наилучшего анатомического результата после оперативного лечения РОС [106]. Помимо этого, авторы исследуют зависимость анатомических результатов от предоперационных характеристик, таких как наличие множественных разрывов, больших разрывов (занимающих площадь более 1-часового меридиана), интраоперационное использование криотерапии и лазеркоагуляции сетчатки. Результаты данного исследования демонстрируют сопоставимый анатомический результат между ЭСП и ВЭ у пациентов с нативным хрусталиком и лучший анатомический исход в группе ВЭ у пациентов с артификацией.

Также было выявлено, что наличие множественных разрывов было связано с худшим анатомическим исходом вне зависимости от состояния хрусталика. Наличие разрывов, занимающих площадь более одного часового меридиана у пациентов с нативным хрусталиком, ассоциировано со снижением

анатомического результата. В то же время, подобной взаимосвязи не прослеживается у пациентов с артификацией. Согласно данным, описанным в литературе, интраоперационное использование криотерапии сопряжено с формированием ПВР, более выраженным послеоперационным воспалением и снижением остроты зрения по сравнению с применением ЛКС [197,131]. Данные, полученные в ходе исследования, подтверждают худшие анатомические результаты после интраоперационного применения криотерапии у пациентов как с нативным хрусталиком, так и на фоне артификации, по сравнению с лазеркоагуляцией.

Мета-анализ базы данных Cochrane (2019) демонстрирует более высокий анатомический результат в группе ВЭ, равный 96%, по сравнению с 81,9% в группе ЭСП [208]. Также в данном мета-анализе показана бóльшая частота развития рефракционных изменений и отслойки хориоидеи в группе ЭСП. В то же время, бóльшая частота развития катаракты и ПВР была отмечена в группе ВЭ.

В соответствии с вышеизложенным, проведение витрэктомии рекомендовано в сочетании с экстракцией катаракты пациентам старшей возрастной группы со множественными далеко друг от друга расположенными разрывами, а также пациентам с предоперационной артификацией и грубыми изменениями в СТ. Также эффективной является комбинация методов при наличии отслойки сетчатки, осложненной ПВР, множественными разрывами или разрывами, локализующимися в нижней полусфере глазного дна, несмотря на увеличение инвазивности операции [50].

1.4.3. Эписклеральное пломбирование и пневморетинопексия

Мета-анализ базы данных Cochrane (2015), проведенный с участием 216 пациентов, продемонстрировал более высокие анатомические результаты в группе ЭСП, равный 81,9%, по сравнению с 72,9% в группе ПРП [102]. В группе

эписклерального пломбирования среди осложнений превалировали миопический сдвиг, развитие ПВР и отслойка хориоидеи. В группе ПРП чаще встречались рецидивы отслойки, вызванные появлением новых разрывов. На сегодняшний день имеются работы по комбинации двух техник в лечении сложных случаев РОС [74]. В недавнем многоцентровом РКИ 159 пациентов по применению эписклерального пломбирования с дренированием субретинальной жидкости в сочетании с пневморетинопексией показана эффективность данного метода, равная 91,82%, со сроком наблюдения 12 месяцев [207]. При этом, как отмечают авторы, анатомо-функциональный успех операции сопоставим с витрэктомией при большей экономической эффективности и меньшей инвазивности.

Анализируя все преимущества и недостатки методов лечения РОС, можно заключить, что все они показывают сопоставимые высокие анатомические результаты. Вместе с тем, их применение сопряжено с развитием ряда осложнений, рецидивированием заболевания, а в случае с ЭСП и ВЭ – также и с длительным периодом реабилитации. В связи с этим, дальнейшее совершенствование хирургического оборудования и методов офтальмоскопического контроля привели к смещению фокуса внимания в сторону микроинвазивных технологий, основанных на устранении тракционного компонента, как основного патогенетического звена РОС. Уменьшение интраоперационной травмы в рамках данных технологий позволяет снизить процент осложнений, добиться максимального тканесохранения и ускорения реабилитации после хирургического лечения.

1.5. Микроинвазивные технологии лечения регматогенной отслойки сетчатки

1.5.1. Однопортовая витрэктомия

Данная технология заключается в постановке одного порта 25 G без постановки ирригационной канюли. Проводится локальная витрэктомия вокруг

разрыва, основной задачей которой является удаление тракций, непосредственно вызывающих разрыв. После удаления субретинальной жидкости и восполнении объёма СТ физиологическим раствором, проводится эндолазеркоагуляция и введение в витреальную полость газоздушной смеси. Авторы исследования отмечают анатомический успех операции, равный 95,4% [44]. Преимуществом данной операции, по сравнению с классической технологией трехпортовой витрэктомии, являются отсутствие ятрогенных разрывов сетчатки и ощущений послеоперационного дискомфорта пациентом, при этом наблюдается меньший процент выпадения поля зрения и лучшие показатели послеоперационной остроты зрения [48]. Также существенно реже возникают рецидивы отслойки сетчатки (7%), причиной которых являются разблокирование старых и формирование новых разрывов. Однопортовая витрэктомия демонстрирует высокие анатомо-функциональные результаты с меньшим процентом интра- и послеоперационных осложнений в силу минимального хирургического вмешательства. Недостатком данного метода лечения является довольно высокий процент развития макулярного отека (28,1%), что меньше, чем при классическом проведении трёхпортовой витрэктомии, однако также клинически значимо для пациентов с исходно высокой остротой зрения и интактной макулярной зоной.

1.5.2. Комбинированная микроинвазивная лазер-хирургическая технология

Одним из перспективных направлений в хирургии РОС является использование ИАГ-лазерных методов лечения. Первый опыт проведения ИАГ-лазерной ретинотомии был описан в 1989 г. Акопяном В.С. с соавт., однако метод не вошёл в клиническую практику ввиду несовершенства лазерных технологий и высокого риска развития осложнений [2]. В настоящее время совершенствование ИАГ-лазерных установок привело к снижению риска

осложнений и, как следствие, популяризации метода. Так, в одном из исследований сообщается об успешном применении ИАГ-лазерной ретинотомии в лечении субклинической отслойки сетчатки. Данный метод заключается в отсечении «язычка» клапанного разрыва в его основании (с целью устранения тракционного компонента) в сочетании с ограничительной лазеркоагуляцией по краю разрыва. Авторы исследования отмечают достижение прилегания сетчатки в 58% в течение 12 месяцев [13]. Дальнейшее использование ИАГ-лазерных технологий привело к появлению способа микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения локальных РОС. Данный способ применяется при наличии локальной РОС с клапанным разрывом, локализованным в верхней половине глазного дна, и проводится в 3 этапа. На первом этапе проводят ИАГ-лазерную ретинотомию в основании клапанного разрыва с целью устранения тракционного компонента как ключевого патогенетического звена формирования РОС. На втором этапе проводят тампонаду витреальной полости газовой смесью, включающей 12% C₃F₈ с целью достижения прилегания сетчатки. На третьем этапе, после полного прилегания сетчатки, проводится ограничительная ЛКС. Данный способ позволяет достичь полного прилегания сетчатки и устранить тракционный компонент. Однако способ характеризуется и рядом недостатков. В частности, не определены локализация и протяжённость ВРС при помощи методов широкопольной визуализации витреоретинального интерфейса, что является важным в профилактике рецидивов заболевания и достижении стабильно-высокого анатомического результата; не определён необходимый объём газовой смеси, достаточный для полноценной адаптации сетчатки и не превышающий значений, при которых высок риск осложнений или формирования контралатеральных разрывов сетчатки; не сформированы меры борьбы с рецидивами заболевания. Исходя из вышесказанного, применение ИАГ-лазерных технологий является многообещающим в лечении РОС. Однако для широкого внедрения микроинвазивной комбинированной лазер-хирургической технологии в клиническую практику необходима ее

оптимизация, а также изучение клинико-функциональных результатов лечения пациентов с РОС по оптимизированной технологии.

Таким образом, можно заключить, что в патогенезе РОС и ее рецидивов ключевым звеном является наличие участков постоянного тракционного воздействия, от степени ослабления которого зависят клинико-функциональные результаты лечения, в том числе и в долгосрочной перспективе. Современные методы визуализации периферического витреоретинального интерфейса значительно расширили понимание патогенетических аспектов заболевания и характера витреоретинальных взаимоотношений, что существенным образом может влиять на определение тактики лечения и прогнозирования его исходов. Несмотря на многолетний опыт лечения регматогенной отслойки сетчатки и совершенствование хирургического оборудования, у хирургов все еще отсутствует единое мнение об универсальном методе лечения РОС. Правильный выбор метода лечения в зависимости от предоперационных данных пациента позволяет обеспечить высокие зрительные функции, избежать осложнений и добиться полного прилегания сетчатки. Всесторонний анализ проведенных РКИ по данной проблематике демонстрирует тенденцию к применению микроинвазивных технологий с предпочтительным использованием тканесохраняющих методов. В данном аспекте перспективной представляется технология микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения РОС, которая, тем не менее, нуждается в дальнейшем изучении. Совершенствование микроинвазивных технологий способствует достижению высоких анатомо-функциональных результатов при условии минимизации хирургической травмы, ускорения периода реабилитации, снижения риска послеоперационных осложнений, рецидивов, затрат на хирургическое лечение и сроков нетрудоспособности, повышая тем самым медицинскую, социальную и экономическую эффективность лечения, что является одной из важнейших медико-социальных задач системы здравоохранения.

Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Общая характеристика клинического материала

Клиническое исследование проведено на 129 пациентах (129 глаз), из них 84 пациента со «свежей» локальной РОС вследствие клапанного разрыва и 45 пациентов с изолированными клапанными разрывами. Возраст пациентов варьировал от 32 до 76 лет и в среднем составил $53,33 \pm 8,65$ лет, среди них насчитывалось 69 мужчин и 60 женщин. В рамках исследования было проведено 2 этапа: диагностический и хирургический.

Диагностический этап проводился с целью оптимизации технологии комбинированного лазер-хирургического лечения и основывался на анализе морфометрических особенностей периферического витреоретинального интерфейса 88 пациентов (43 пациента с РОС и 45 пациентов с изолированными клапанными разрывами).

Хирургический этап основывался на анализе анатомо-функциональных результатов лечения 84 пациентов со «свежей» локальной РОС вследствие клапанного разрыва. Давность и распространенность РОС устанавливалась при помощи классификации Краснова М. М. (1966), согласно которой «свежими» считаются отслойки давностью не более 1 месяца, к локальным относятся отслойки, распространенностью не более, чем на 1 квадрант глазного дна. Все пациенты с РОС в зависимости от проводимого лечения были разделены на основную (I) и контрольную (II) группы (Таблица 1). Пациентам основной группы (43 пациента, 43 глаза) проводилась оптимизированная технология микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения локальной регматогенной отслойки сетчатки. Контрольную группу (41 пациент, 41 глаз) составила ретроспективная выборка пациентов, которым проводилось радиальное

эписклеральное пломбирование по стандартной методике. Статистически значимые различия по возрастному и половому составу между группами отсутствовали ($p > 0,05$).

Таблица 1 - Распределение пациентов с РОС в клинические группы

Группа	I. Основная	II. Контрольная
Проводимое лечение	Комбинированная микроинвазивная лазер-хирургическая технология	Радиальное эписклеральное пломбирование
Количество глаз	43	41
Средний возраст, лет ($M \pm \sigma$)	51,12 \pm 8,1	56,39 \pm 7,14
Женщины/мужчины	21/22	20/21

Отбор пациентов в основную группу проводился согласно общепринятым показаниям и противопоказаниям к применению пневморетинопексии. Также учитывались показания и противопоказания к выполнению ИАГ-лазерной ретиномии. Соответственно, основными критериями отбора пациентов являлись наличие одного или нескольких клапанных разрывов, расположенных в одном часовом меридиане (30°); локализация разрыва с 9-го по 3-й меридиан глазного дна; отсутствие существенного нарушения прозрачности оптических сред, препятствующее визуализации глубжележащих структур и проведению методов лечения; возможность сохранения пациентом вынужденного положения головы в течение 7-9 дней после введения газовой смеси. Также критерием включения в основную группу являлись интактная макулярная зона и исходно высокая максимально скорректированная острота зрения.

В исследование не включали пациентов с разрывами, локализованными в нижней полусфере глазного дна (с 3-го по 9-й часовой меридиан); гигантскими

клапанными разрывами сетчатки; множественными разрывами, расположенными в разных квадрантах глазного дна; пациентов с острыми и хроническими воспалительными заболеваниями переднего и заднего отрезка глаза; пациентов с лечением отслойки сетчатки в анамнезе, а также пациентов с пролиферативной витреоретинопатией степени С или D по классификации терминологического комитета ретинального общества (The Retina Society Terminology Committee, 1983 г.). Согласно данной классификации, ПВР степени А характеризуется помутнением стекловидного тела (СТ), скоплением гранул пигмента; ПВР степени В характеризуется сморщиванием мембран СТ, скручиванием краёв отверстий сетчатки, извитостью сосудов, развитием пигментированных витреоретинальных мембран, образованием складок внутренней поверхности сетчатки; ПВР степени С – наличием фиксированных складок, распространяющихся не более, чем на 3 квадранта глазного дна; ПВР степени D – наличием массивных фиксированных ретинальных складок в 4 квадрантах глазного дна с образованием воронкообразной, узкой или закрытой воронки.

Характеристики отслоенной сетчатки в основной и контрольной группах были следующими:

- по локализации отслойки сетчатки в основной группе у 24 пациентов (55,8%) отслойка локализовалась в верхне-темпоральном сегменте, у 19 пациентов (44,2%) – в верхне-назальном сегменте; в контрольной группе у 27 пациентов (65,9%) отслойка локализовалась в верхне-темпоральном сегменте, у 14 пациентов (34,15%) – в верхне-назальном;

- высота отслойки сетчатки по данным ультразвукового В-сканирования в основной группе составила от 1,02 мм до 9,5 мм, в контрольной – от 1,1 мм до 9,0 мм.

Рефракционные и биометрические показатели в I и II группе были следующими:

- дооперационные значения сферозэквивалента (СЭ) в основной группе варьировали от -6,5 до +2,75 дптр, и от -6,5 до +2,63 дптр в контрольной;

- значения роговичного астигматизма в основной группе варьировали от -3,5 до +0,25 дптр и от -3,25 до +0,5 дптр в контрольной;

- длина передне-задней оси в основной группе варьировала от 22,36 до 27,72 мм, в контрольной - от 22,36 до 27,86 мм.

Функциональные показатели в основной и контрольной группах были следующими:

-НКОЗ в основной группе варьировала от 0,1 до 1,0, в контрольной группе данный показатель варьировал от 0,08 до 1,0;

-МКОЗ в основной группе варьировала от 0,5 до 1,0, в контрольной группе данный показатель варьировал от 0,5 до 1,0;

-дооперационные значения ВГД в I группе варьировали от 10,8 до 20 мм.рт.ст., во II группе от 11,0 до 22,0 мм.рт.ст.

В диагностической группе возраст пациентов варьировал от 35 до 58 лет и составил в среднем $52,13 \pm 8,94$ лет, из них 38 женщин и 50 мужчин. При этом клапанные разрывы чаще располагались в верхне-темпоральном квадранте – 50 пациентов (56,8%), у 38 пациентов (43,2%) разрывы располагались в верхне-назальном квадранте.

Статистически значимые различия по возрастному и половому составу между группами отсутствовали ($p > 0,05$). Клинические группы были также сопоставимы по локализации, давности и размерам РОС ($p > 0,05$).

Обследование пациентов основной группы проводилось до начала лечения, а также в сроки 3, 7 дней и 1, 3, 6, 12 и 24 месяцев после оперативного вмешательства. Обследование пациентов контрольной группы проводилось до лечения, а также через 2 года после оперативного вмешательства.

2.2. Методы обследования органа зрения

Всем пациентам проводилось офтальмологическое обследование. Пациентам основной группы дополнительно проводились специальные методы диагностики, включающие широкопольные ОКТ и МЛС, для комплексной оценки морфометрических особенностей периферического витреоретинального интерфейса, а также клинико-функциональных результатов лечения.

Стандартное офтальмологическое обследование включало: визометрию, автокераторефрактометрию, тонометрию, периметрию, ультразвуковое сканирование в А и В режимах, биомикроскопию, бесконтактную и контактную офтальмоскопию.

Остроту зрения без коррекции и с максимальной коррекцией оценивали с помощью пробных сферических и цилиндрических линз на фороптере «CV-5000» (Торсон, Япония). Керато- и рефрактометрию проводили при помощи автокераторефрактометра «Tonoref III» (Nidek, США).

Тонометрия осуществлялась с помощью пневмотонометра «Tonoref III» (Nidek, США) и дополнялась в случае необходимости аппланационным методом с использованием тонометра Маклакова весом 10 граммов и линейки Поляка.

Периметрия для оценки периферического поля зрения проводилась на приборе «Humphrey Field Analyzer 3» (Carl Zeiss Meditec AG, Германия) статическим методом с использованием теста «SITA 24-2».

Ультразвуковое сканирование в А и В режимах проводили с помощью ультразвукового офтальмологического сканера «Aviso» (Quantel Medical, Франция). На В-сканограммах отмечали высоту отслойки для последующего расчёта необходимого объёма газоздушной смеси.

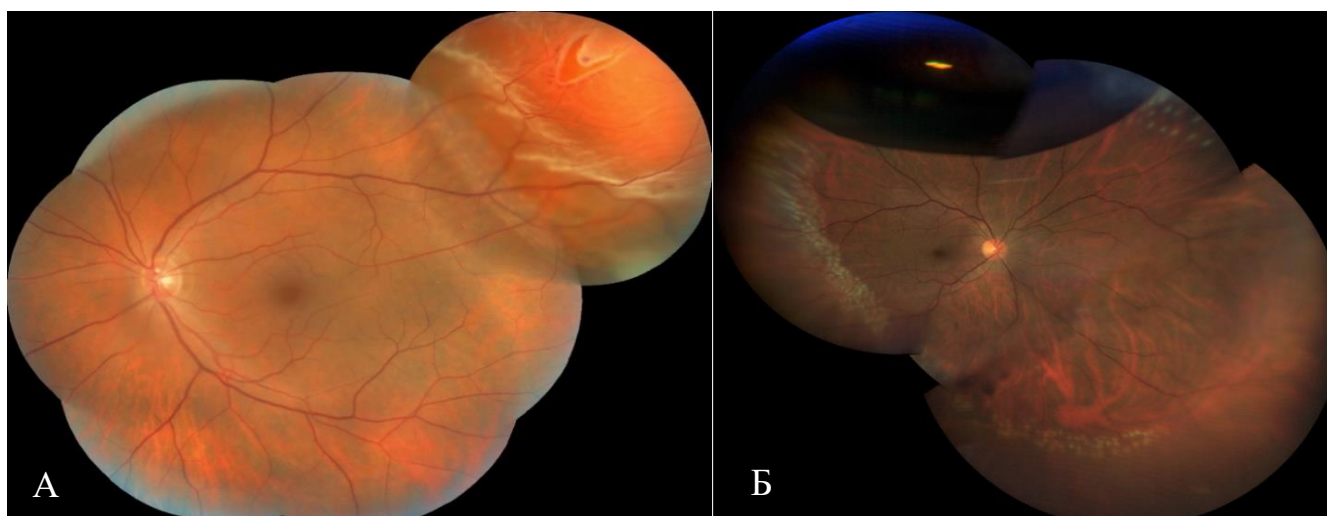
Биомикроскопия проводилась с использованием щелевой лампы «SL 130» (Carl Zeiss, Германия). Проводилась оценка состояния переднего отрезка глаза и стекловидного тела.

Офтальмоскопия проводилась в прямом и обратном виде при помощи щелевой лампы с использованием бесконтактной асферической линзы Ocular MaxField 78D и контактной трехзеркальной линзы Гольдмана «OG3MA» (Ocular Instruments, США). Особое внимание обращали на локализацию и размеры клапанного разрыва и отслойки сетчатки, признаки развития ПВР, такие как завёрнутость краев разрыва, скопление гранул пигмента и наличие фиксированных складок сетчатки. Также проводилось исследование глазного дна на предмет наличия сопутствующей патологии.

Специальное офтальмологическое исследование проводилось с использованием мультимодальной диагностики, включающей цветную фоторегистрацию глазного дна, широкопольную ОКТ, широкопольную видеорегистрацию в инфракрасном режиме и широкопольное МЛС.

Цветная фоторегистрация глазного дна проводилась с использованием ретинальных камер «Visucam 500» и «Clarus 500» (Carl Zeiss, Германия). На ретинальной камере «Visucam 500» проводилось фотографирование с углом обзора одного снимка в 45° с последующим созданием панорамного снимка путем объединения 7 изображений глазного дна. Ретинальная камера «Clarus 500» позволяет получить изображение глазного дна с углом обзора одного снимка в 133° и также при помощи монтажа создавать обзорные снимки сетчатки для сверхширокопольной визуализации глазного дна. Таким образом прицельно документировались ретинальные изменения в зоне клапанного разрыва, а также проводилась обзорная оценка распространённости отслоенной сетчатки и локализации клапанного разрыва.

Исследование проводилось в условиях затемнённого помещения при крайнем отведении глазного яблока с использованием устройства для внешней фиксации взора. На снимках фиксировались дооперационные параметры отслоенной сетчатки и клапанного разрыва, такие как размеры, форма и локализация разрыва, распространенность отслойки, а также проводилась оценка динамических изменений после каждого этапа лазер-хирургического лечения и в различные сроки наблюдения (Рисунок 1).



А – Пациент Ф., 46 лет. Снимок, полученный при помощи ретинальной камеры «Visucam 500» до оперативного вмешательства;

Б – Пациент Ф, 52 года. Снимок, полученный при помощи ретинальной камеры «Clarus 500» после проведенного лазер-хирургического лечения

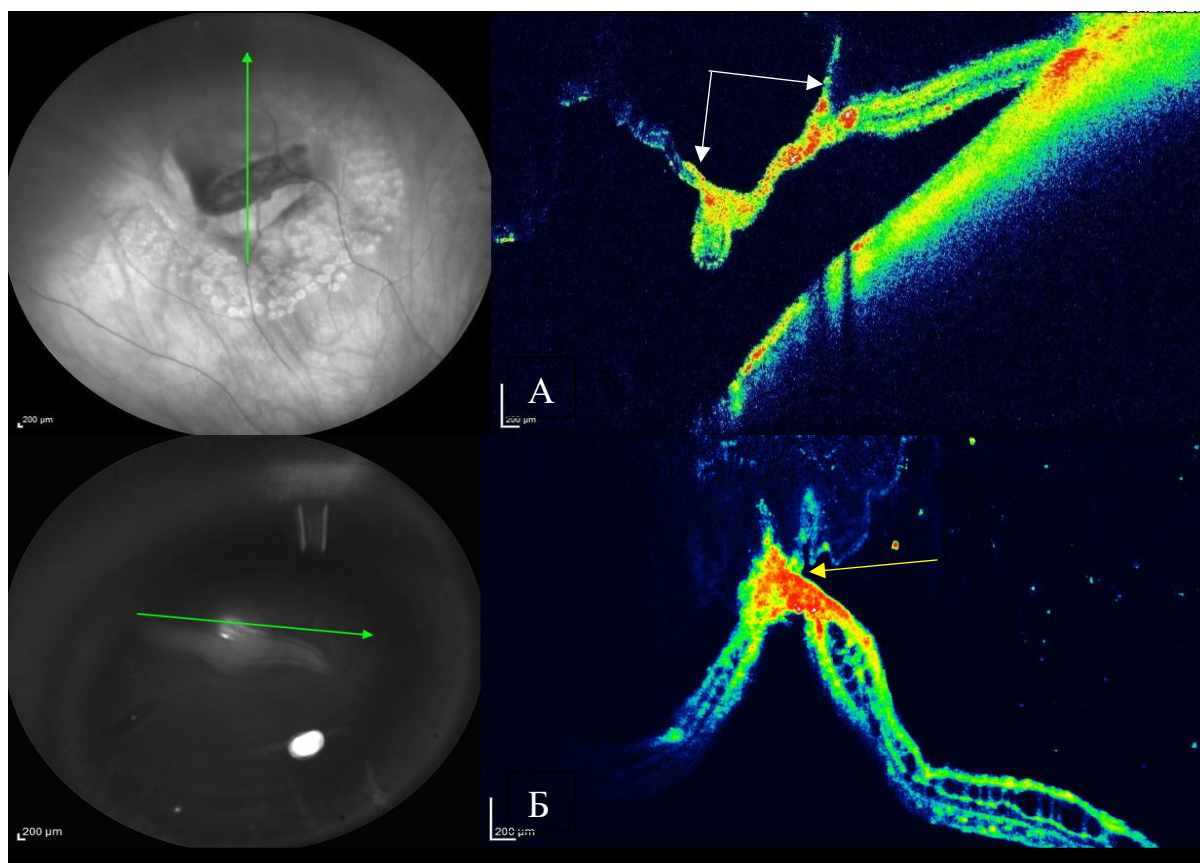
Рисунок 1 - Пример фоторегистрации глазного дна

ОКТ, МЛС и видео в инфракрасном режиме проводились на приборе "Spectralis HRA+OCT" (Heidelberg Engineering Inc., Германия) при помощи линзы с углом обзора 55° для получения широкопольного изображения. Данный диагностический прибор представляет собой сочетание конфокального сканирующего лазерного офтальмоскопа (сSLO) и спектрального оптического когерентного томографа (SD-OCT). За счет наличия технологии активного

слежения за глазом в режиме реального времени (TruTrack Active Eye Tracking™) происходит связывание изображения сSLO и SD-OCT, что позволяет позиционировать и стабилизировать ОКТ-скан на сетчатке и получить изображения, свободные от артефактов, связанных с движением глаз. Высокая детализация изображений также достигается с использованием запатентованной технологии подавления шумов (NoiseReduction™), при помощи которой происходит дифференцировка структурной информации от шума с дальнейшим удалением шумов и получением достоверных изображений. Использование широкоугольной линзы в 55° в совокупности с возможностью изменения положения прибора относительно глаза пациента позволяют получать четкие сканограммы крайних отделов периферии сетчатки, вплоть до зубчатой линии.

Спектральная оптическая когерентная томография использовалась для оценки морфометрических характеристик периферического витреоретинального интерфейса. Проводилась оценка как изолированных клапанных разрывов, так и клапанных разрывов с локальной отслойкой сетчатки. С данной целью при помощи нескольких линейных сканов выполнялось сканирование вдоль клапанного разрыва (от верхушки клапанного разрыва до границы между неизменной зоной сетчатки и областью с витреоретинальным сращением), перпендикулярно разрыву и по меридианам для комплексной оценки витреоретинальных взаимоотношений. На полученных сканограммах устанавливали локализацию и протяжённость ВРС, сопоставляя полученные данные с изображением МЛС для планирования первого этапа лечения (Рисунок 2).

Также при помощи широкопольной ОКТ проводилось сканирование всей зоны локальной отслойки для оценки морфологических изменения сетчатки и определения взаимосвязи формы клапанного разрыва с локализацией и протяжённостью ВРС в зоне клапанного разрыва с целью дальнейшей оптимизации технологии.



Определение локализации витреоретинальных тракций (отмечено белыми стрелками) и витреоретинального сращения (отмечено желтой стрелкой)

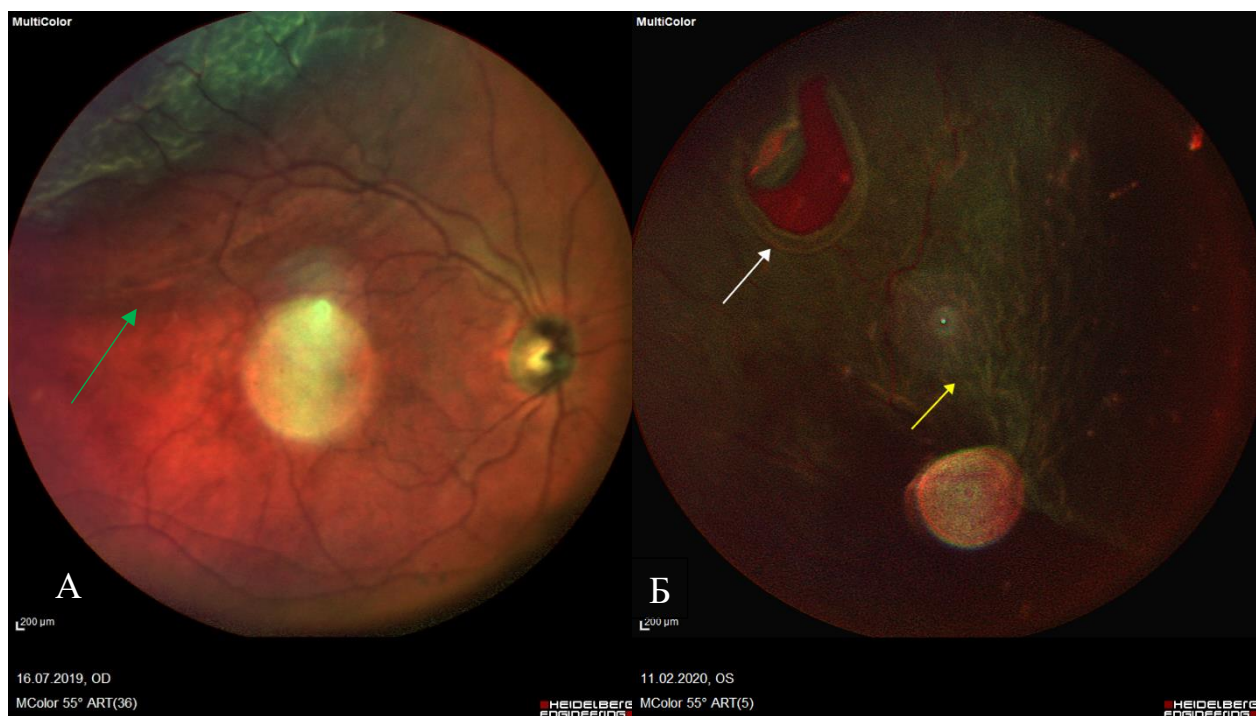
А – Пациент С., 48 лет, сканировании зоны клапанного разрыва визуализируются витреоретинальные тракции;

Б – Пациентка К., 52 года, сканирование зоны разрыва при наличии РОС

Рисунок 2 - Примеры широкопольной спектральной ОКТ

В ходе динамического наблюдения пациентов при проведении повторного сканирования использовалась функция AutoRescan™. Данная функция заключается в автоматическом позиционировании скана при повторных исследованиях, что позволяет проводить сканирование в том же месте, что и при исходном исследовании. При невозможности автоматического позиционирования скана, зона сканирования задавалась вручную в соответствии с первоначальной областью сканирования.

Мультиспектральное лазерное сканирование позволяет получить детальное изображение глазного дна посредством использования трёх длин волн одновременно: синего ($\lambda=488$ нм), зеленого ($\lambda=515$ нм) и инфракрасного ($\lambda=820$ нм) спектров. Синий и зеленый фильтры детализируют внутреннюю поверхность отслоенной сетчатки и витреоретинальный интерфейс, позволяя выявить складки на сетчатке вследствие развития ПВР. При этом края разрыва и границы РОС выявляются в желто-зеленом цвете, интенсивность которого зависит от высоты отслойки. Таким образом, у пациентов с РОС данная инновационная технология позволяет не только четко определить границы отслоенной сетчатки, но также выявить начальные признаки изменения структуры сетчатки и краев ретинального разрыва при возникновении первичных признаков пролиферации. Также МЛС использовалась для обозначения границ витреоретинального сращения в области клапанного разрыва, выявленных при помощи широкопольной ОКТ с последующим использованием полученной информации для проведения первого этапа лазер-хирургического лечения (Рисунок 3).



Визуализация границ распространения отслойки сетчатки (отмечено зеленой стрелкой), структуры краев разрыва (отмечено белой стрелкой) и отслоенной сетчатки (отмечено желтой стрелкой)

А – Сканирование центральной зоны для определения границ распространения отслойки;

Б – Сканирование зоны клапанного разрыва. Визуализируется уплотнение и завернутость краев разрыва, а также складчатость сетчатки, свидетельствующие о наличии ПВР степени В

Рисунок 3 - Пациент Д., 58 лет, мультиспектральное лазерное сканирование

Широкопольную видеорегистрацию в инфракрасном режиме использовали для визуализации витреоретинальных тракций и оценки витреоретинальных взаимоотношений при движении глаз пациентом. Съемка осуществляется со скоростью 8,8 изображений в секунду с возможностью оценки каждого отдельного изображения.

2.3. Общая характеристика способа микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения регматогенной отслойки сетчатки

Способ микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения локальной регматогенной отслойки сетчатки проводится в 3 этапа:

- 1) ИАГ-лазерная ретиномия «язычка» клапанного разрыва с полным его отсечением;
- 2) введение газовой смеси (12% С3F8) в витреальную полость с целью тампонады витреальной полости;
- 3) барьерная ЛКС после полного прилегания сетчатки.

При прохождении ретинальных сосудов через разрыв сетчатки, данный способ дополнялся проведением комбинированной ангиотомии на 1 этапе с использованием способа профилактики гемофтальма при наличии ретинального сосуда в зоне клапанного разрыва сетчатки [34].

ИАГ-лазерная ретиномия проводится на лазерной установке «Ultra Q Reflex» (Ellex Inc., Австралия) до достижения полного отсечения клапана (Рисунок 4).

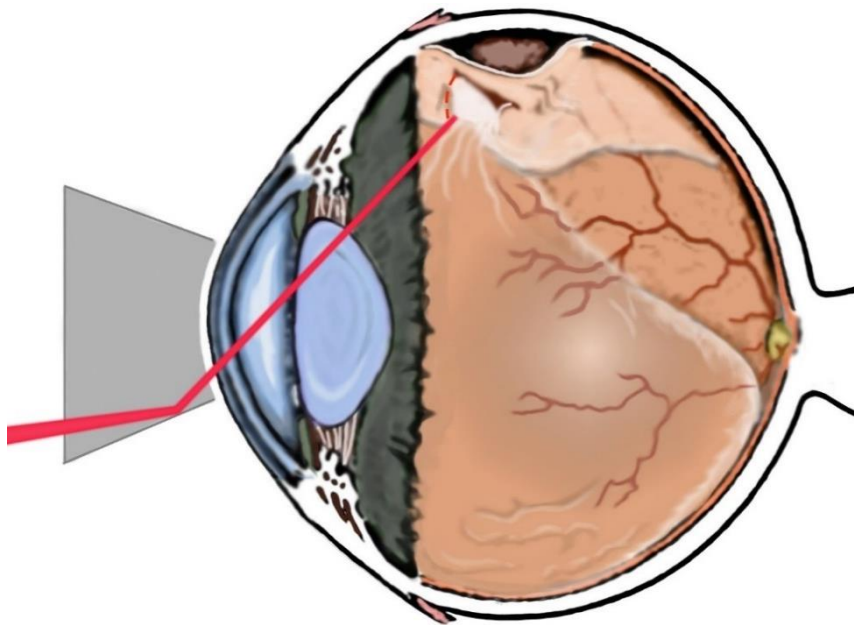


Рисунок 4 - Первый этап микроинвазивной комбинированной лазер-хирургической технологии: ИАГ-лазерная ретиномия

На предоперационном этапе проводится расширение зрачка путем 2-х кратных инстилляций 0,5% тропикамида (Мидримакс, Sentiss, Индия) эпibuльбарно. Затем проводится анестезия путем инстилляций 0,5% проксиметакаина (Алкаин, Alcon, США), и на глаз пациента устанавливается контактная трёхзеркальная линза Гольдмана «OG3МА» (Ocular Instruments, США).

При лазерном воздействии используются следующие параметры излучения: длина волны 1064 нм, диаметр пятна в фокусе 8 мкм, длительность импульса 4 нс, энергия в импульсе 4,0 – 10,0 мДж.

После операции проводится промывание конъюнктивальной полости с использованием 0,05% раствора пиклоксидина (Витабакт, Thea, Франция).

Введение газовой воздушной смеси осуществляется сразу (в тот же день) после проведения первого этапа лечения (Рисунок 5).

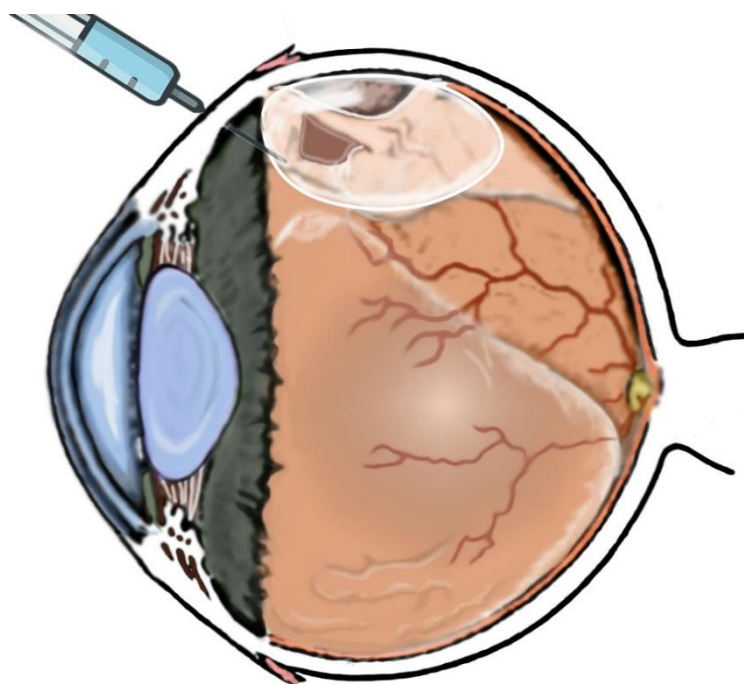


Рисунок 5 - Второй этап микроинвазивной комбинированной лазер-хирургической технологии: введение газовой воздушной смеси

Местная анестезия включает ретробульбарное введение 2,5 мл смеси из наропина 0,2 мг/кг («AstraZeneca», Швеция) и лидокаина 0,7 мг/кг («Армавирская биологическая фабрика», Россия). Акинезия достигается использованием 8,0 мл 2% раствора лидокаина («Армавирская биологическая фабрика», Россия).

После стандартной подготовки операционного поля, глазное яблоко, веки и окружающая кожа обрабатываются 5% раствором повидон-йода (Бетадин, Egis) дважды с 5-минутным интервалом. Зона операционного поля накрывается офтальмологической салфеткой с карманом и липким слоем («Здравмедтех-М», Москва). На ресничные края век и бровь накладывается защитное плёночное покрытие («Tegaderm», Германия); для расширения, фиксации век, а также изолирования ресниц от операционного поля используется блефаростат. Затем дополнительно проводится инстилляционная анестезия при помощи 0,5% проксиметакаина (Алкаин, Alcon, США).

Для интраоперационной визуализации используется операционный микроскоп OMS-800 OFFISS (Optical Fiber Free Intravitreal Surgery System – Оптическая безволоконная витреоретинальная хирургическая система, «TOPCON», Япония) с бесконтактной насадкой на микроскоп «BIOM» для получения широкоугольного стереоскопического изображения высокого разрешения.

Под офтальмоскопическим контролем выполняется парацентез роговицы. Проводится выпускание 0,1-0,2 мл жидкости влаги передней камеры для снижения внутриглазного давления. В шприц вводится газоздушная смесь с 12% содержанием С3F8 (Arceole, Arcad, Франция), устанавливается игла 30 калибра (30G). Затем хирургическим циркулем в височном сегменте отмечается расстояние 4 мм от лимба. После этого через отмеченную точку интравитреально вводится газоздушная смесь. Под офтальмоскопическим контролем проводится продвижение иглы в средние отделы витреальной полости для перфорации передней гиалоидной мембраны. Для минимизации рефлюкса газа при выведении иглы место пункции придавливается стерильной ватной палочкой. После введения

газа при помощи непрямой бинокулярной офтальмоскопии оценивается положение газового пузыря и перфузия центральной артерии сетчатки.

Оперативное вмешательство заканчивается закладыванием в конъюнктивальную полость глазной мази «Декса-Гентамицин» (Урсафарм Арцнаймиттель ГмбХ, Германия) и удалением блефаростата, после чего пациент помещается в положении лицом вниз на 3 часа для продвижения газовой смеси к сетчатке.

После операции пациенту назначают инстилляцию комбинированного препарата ципрофлоксацина 0,3 % и дексаметазона 0,1 % (Комбинил, Sentiss, Индия) для профилактики инфекционных осложнений и разъясняют необходимость принятия вынужденного положения головы для позиционирования газовой смеси точно над областью ретинального разрыва. Данное положение пациент соблюдает весь срок от введения газовой смеси до формирования стойкой хориоретинальной адгезии, которая наблюдается на 5-7 сутки после барьерной ЛКС.

Барьерная лазеркоагуляция сетчатки проводится после ее полного прилегания, которое в среднем наблюдается на 2-3 сутки после введения газовой смеси. Проведение барьерной ЛКС возможно как непосредственно через газовый пузырь, так и при смещённом газовом пузыре, для чего пациента просят наклонить голову в сторону разрыва во время операции (Рисунок 6).

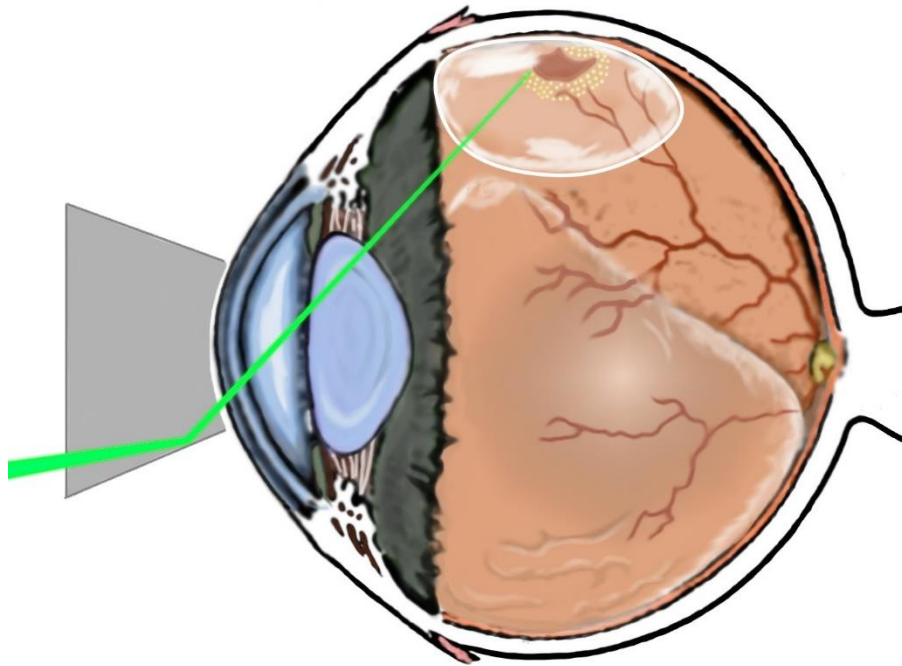


Рисунок 6 -Третий этап комбинированной лазер-хирургической технологии:
барьерная лазер-коагуляция краёв разрыва

Перед проведением барьерной ЛКС пациенту проводится медикаментозное расширение зрачка при помощи 0,5% тропикамида (Мидриацил, Alcon, США) и инстилляционная анестезия с использованием 0,5% проксиметакаина (Алкаин, Alcon, США). Затем на глаз устанавливается трехзеркальная линза Гольдмана «OGЗМА» (Ocular Instruments, США).

Барьерную ЛКС проводят в 4-6 рядов со следующими параметрами излучения: длина волны 532 нм, диаметр пятна в фокусе 200 мкм, длительность импульса 0,1 с, мощность 0,2-0,3 Вт.

После операции проводится промывание конъюнктивальной полости с использованием 0,05% раствора пиклоксидина (Витабакт, Thea, Франция).

2.4. Методы статистической обработки полученных результатов

Статистическую обработку проводили на персональном компьютере с использованием программы Excel («Microsoft Inc.», США) и Statistica 10 («Statsoft

Inc.», США). Применяли методы параметрической и непараметрической статистики.

Проверка распределения на нормальность осуществлялась с помощью критерия Шапиро-Уилка. Методы описательной статистики для показателей с нормальным распределением включали в себя оценку среднего арифметического (M) и стандартное отклонение (σ). Результаты при этом представлялись в формате $M \pm \sigma$. При выявлении распределений, отличных от нормального, использовалась медиана (Me) а также верхний (Q_1) и нижний (Q_3) квартили. В таком случае данные были представлены в виде: $Me (Q_1, Q_3)$.

Для разделения исходных данных на поддающиеся интерпретации группы использовался кластерный анализ методом иерархической кластеризации с составлением дендрограммы по Уорду. С целью выявления взаимосвязи между изучаемыми признаками применялся непараметрический корреляционный анализ по Спирмену. Для оценки влияния факторов на результативный признак использовался анализ параметров уравнения множественной регрессии.

Сравнение между исходными и конечными данными проводилось с помощью параметрического t-критерия Стьюдента для зависимых выборок и непараметрического критерия Уилкоксона. Для сравнения результатов лечения основной и контрольной групп в каждый период наблюдения использовался параметрический t-критерий Стьюдента для независимых выборок и непараметрический критерий Манна-Уитни.

Критический уровень значимости для принятия достоверных различий был принят $p < 0,05$.

Глава 3. ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОИНВАЗИВНОГО КОМБИНИРОВАННОГО ЛАЗЕР-ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ РЕГМАТОГЕННОЙ ОТСЛОЙКИ СЕТЧАТКИ

Целью данной главы является разработка этапов оптимизации технологии микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения РОС. Для решения данной цели было необходимо повысить стабильность анатомического результата технологии, предупредить развитие осложнений, а также разработать меры профилактики ранних и поздних рецидивов заболевания. Для этого требовалось определить точную локализацию и протяжённость ВРС и провести морфометрический анализ клапанных разрывов при помощи методов широкопольной визуализации периферического витреоретинального интерфейса; при помощи методов математического моделирования определить оптимальный объём газовой смеси для достижения полноценной адаптации сетчатки; изучить характер витреоретинальных взаимоотношений в различные сроки после хирургического вмешательства при помощи методов широкопольной визуализации периферического витреоретинального интерфейса.

3.1. Изучение характера и морфометрических особенностей витреоретинальных взаимоотношений при помощи методов широкопольной визуализации периферического витреоретинального интерфейса

В ходе анализа периферического витреоретинального интерфейса проводилось определение протяжённости ВРС, классифицирование клапанных разрывов по форме и оценка взаимосвязи между формой клапанной разрыва и протяжённостью ВРС при помощи широкопольной ОКТ и широкопольного МЛС для планирования объёма первого этапа технологии.

Для решения данной задачи были проанализированы морфометрические особенности периферического витреоретинального интерфейса 88 пациентов, из них 43 пациента с локальной РОС и 45 пациентов с изолированными клапанными разрывами. Средний возраст составил $52,13 \pm 8,94$ лет, из них 40 женщин и 48 мужчин. Статистически значимые различия по возрастному и половому составу отсутствовали ($p > 0,05$).

Всем пациентам проводилась широкопольная ОКТ, при помощи которой определялась протяжённость ВРС. Также пациентам проводилось широкопольное МЛС, на котором при помощи встроенного в программное обеспечение измерителя определяли длину и ширину разрыва (Рисунок 7). Форму клапанного разрыва определяли соотношением длины к ширине разрыва (l/b). Для обозначения величин использовалась международная система единиц (СИ). Затем форма клапанного разрыва сопоставлялась с границами ВРС, выявленными на ОКТ.

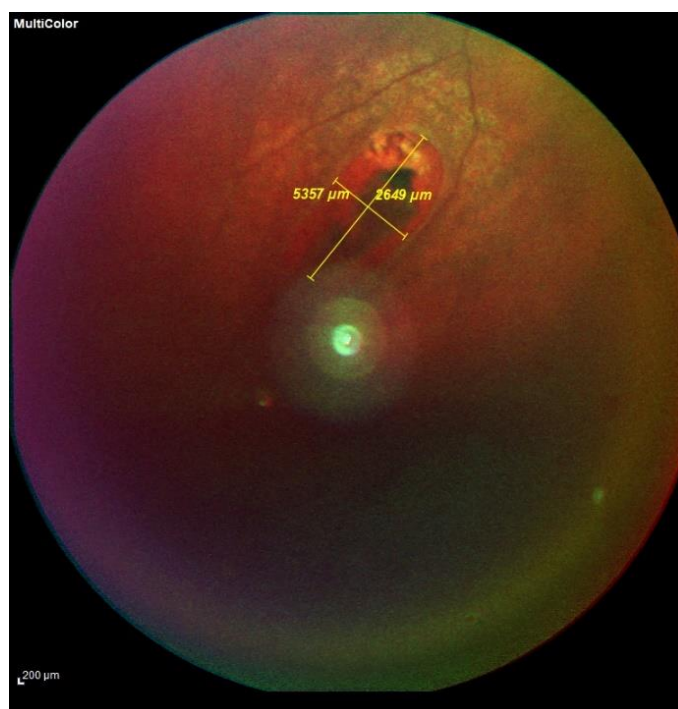


Рисунок 7 - Определение формы клапанного разрыва по соотношению его длины к ширине при помощи мультиспектрального лазерного сканирования

В ходе определения протяжённости витреоретинального сращения было выявлено, что ВРС может локализоваться не только в зоне «язычка» клапанного разрыва, но также в ряде случаев выходить за его пределы. Полученные данные применялись для планирования первого этапа технологии – ИАГ-лазерной ретиномии. В частности, знание точной локализации ВРС дает большую возможность маневрирования при проведении ретиномии, что позволяет обходить ретинальные сосуды, локализованные вне зоны ВРС, тем самым снижая риск геморрагических осложнений при полном устранении тракционного компонента.

Классифицирование клапанных разрывов по форме проводилось при помощи иерархической кластеризации с составлением дендрограммы по Уорду (Рисунок 8).

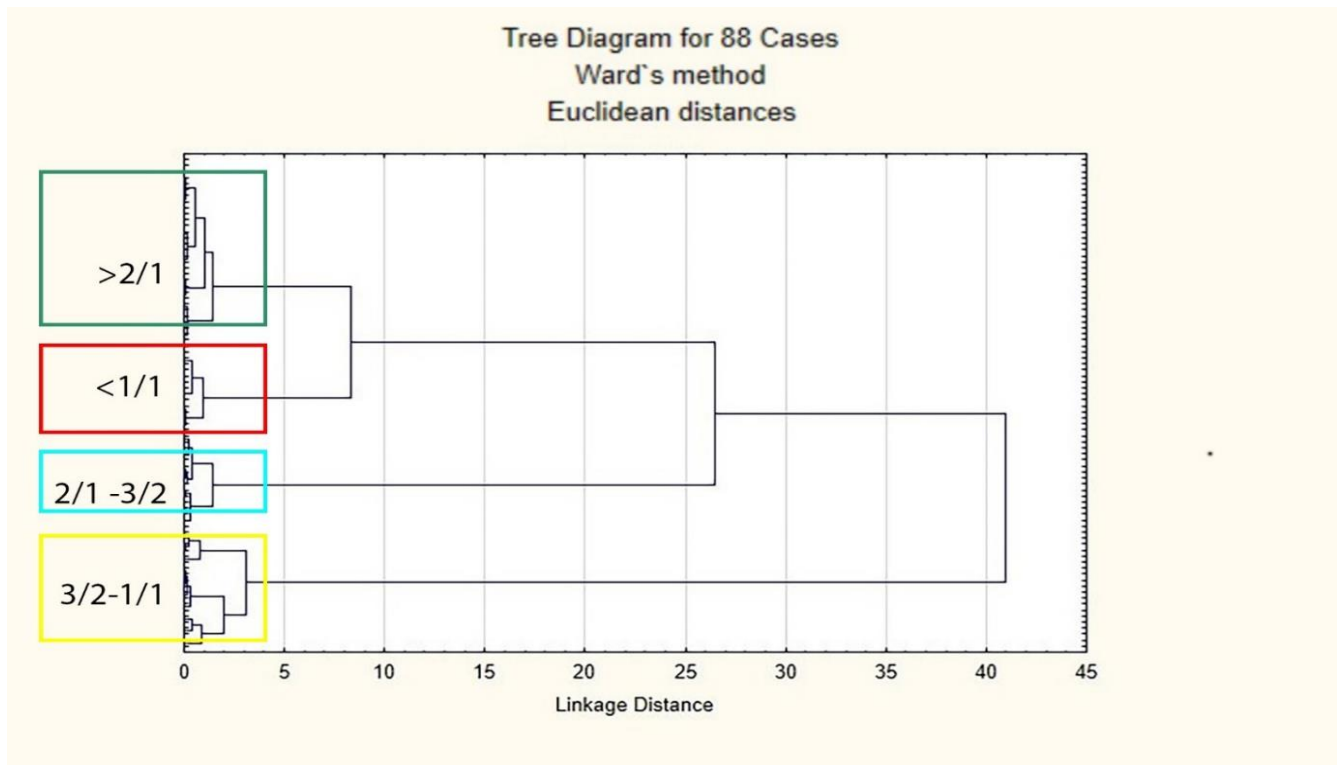


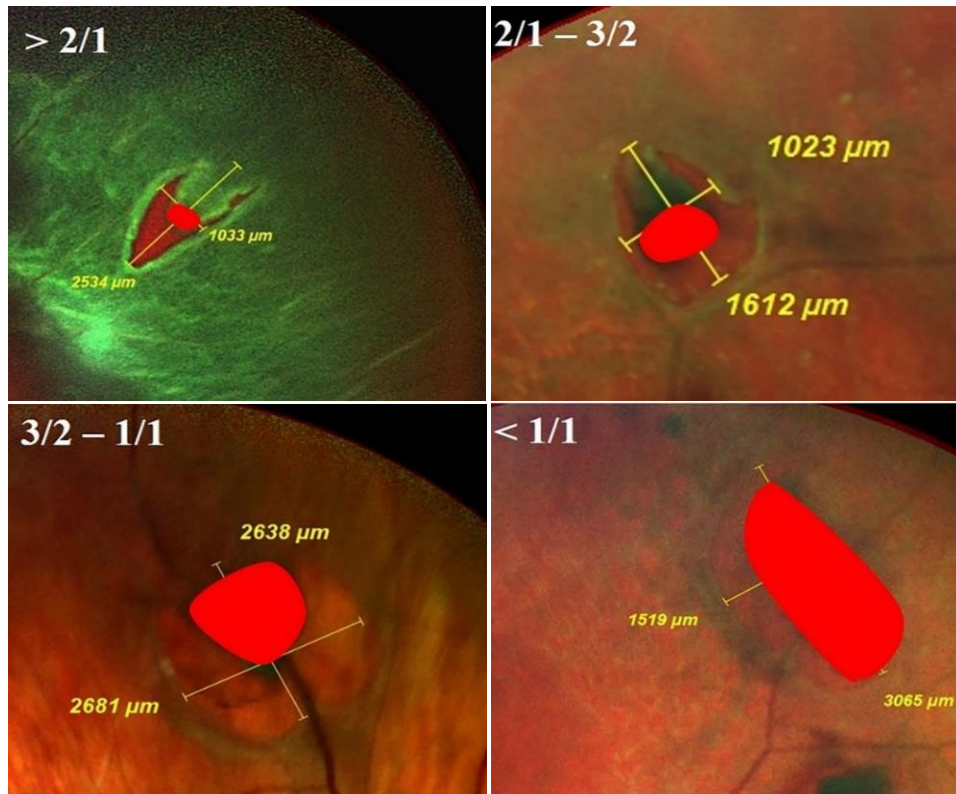
Рисунок 8 - Дендрограмма кластеризации методом Уорда, по оси ординат которой отражено соотношение длины разрыва к ширине (l/b), а по оси абсцисс показано значение интегрального показателя, представленного величиной, сформированной на основе исследуемых показателей

Соотношение l/b составило от $1/4$ до $3/1$. В ходе кластерного анализа клапанные разрывы были определены в 4 группы (Таблица 2).

Таблица 2 - Дифференцирование клапанных разрывов по форме

Соотношение длины разрыва к его ширине (l/b)	Пациенты с клапанными разрывами (n=88)	
	Абс.	%
$l/b > 2/1$	19	21,6
$l/b = 2/1-3/2$	18	20,5
$l/b = 3/2 - 1/1$	34	38,6
$l/b < 1/1$	17	19,3

Медиана протяжённости ВРС составила 1,0 (0,75; 1,0) длины «язычка» клапанного разрыва. Статистический анализ по Спирмену выявил обратную сильную корреляционную связь между соотношением l/b и протяжённостью ВРС ($r_s = 0,96$, $p < 0,05$). Таким образом, чем больше составлял параметр l/b , тем меньшую часть от «язычка» клапанного разрыва составляло ВРС. При этом было выявлено, что при l/b более $2/1$, зона ВРС составляет $1/4$ от длины «язычка» клапанного разрыва; при l/b равным $2/1 - 3/2$, ВРС занимает $3/4$ от длины «язычка» клапанного разрыва; при l/b равным $3/2 - 1/1$, ВРС занимает всю проекцию «язычка» клапанного разрыва; при l/b менее $1/1$, ВРС занимает всю зону «язычка» клапанного разрыва и такую же по площади зону, дистальнее его основания (Рисунок 9).



Определение площади витреоретинального сращения (отмечено красным)

- А - разрыв с соотношением $>2/1$ (ВРС занимает $1/4$ «язычка» клапанного разрыва);
 Б – разрыв с соотношением $2/1-3/2$ (ВРС занимает $3/4$ «язычка» клапанного разрыва);
 В – разрыв с соотношением $3/2-1/1$ (ВРС занимает всю зону клапанного разрыва);
 Г – разрыв с соотношением менее $1/1$ (ВРС занимает всю зону клапанного разрыва+ такую же зону дистальнее его основания)

Рисунок 9 - Пример различных форм клапанных разрывов

Анализ взаимосвязи между протяжённостью ВРС и наличием отслойки сетчатки показал: 1) при фиксации ВРС по всей длине клапана и за его пределами ($n=17$), локальная отслойка развивается в 16 случаев (94,1%), клапанный разрыв без отслойки в 1 случае (5,9%); 2) при локализации ВРС по всей длине «язычка» клапанного разрыва ($n=34$), локальная отслойка - 19 случаев (55,9%), клапанный разрыв без отслойки – 15 случаев (44,1%); 3) если ВРС занимает $3/4$ от «язычка» клапанного разрыва ($n=18$): локальная отслойка – 6 случаев (33,3%), клапанный разрыв без отслойки – 12 случаев (66,7%); 4) если ВРС занимает $1/4$ от длины «язычка» клапанного разрыва ($n=19$): локальная отслойка – 2 случая (10,5%),

клапанный разрыв без отслойки – 17 случаев (89,5%). Следовательно, чем больше ширина разрыва и меньше его длина, тем большую площадь занимает ВРС и, соответственно, выше вероятность развития РОС (Рисунок 10).

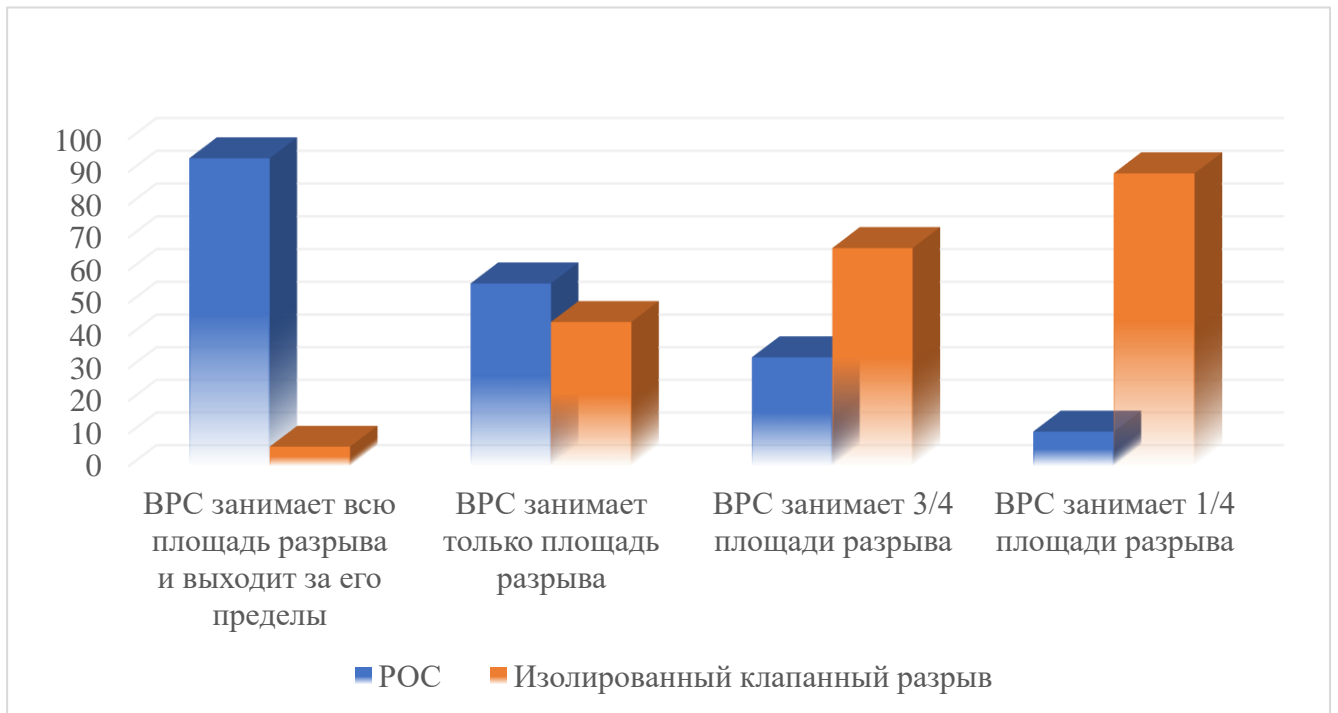


Рисунок 10 - Распределение пациентов с РОС и изолированными клапанными разрывами в зависимости от площади ВРС

Таким образом, в ходе изучения периферического витреоретинального интерфейса определено, что зона ВРС может локализоваться не только на верхушке «язычка» клапанного разрыва, но также выходить за его пределы. Знание точной локализации ВРС дает возможность маневрирования при проведении ИАГ-лазерной ретинотомии с учетом локализации ретинальных сосудов, чем снижается риск геморрагических осложнений. Также была обнаружена взаимосвязь между формой клапанного разрыва и локализацией ВРС, что дает возможность применения данной технологии без предварительного проведения широкопольных методов сканирования. Полученные данные использовались в клинической части исследования для проведения оптимизированного этапа ИАГ-лазерной ретинотомии с целью устранения основного патогенетического звена РОС (тракционного компонента) и повышения эффективности лечения.

3.2. Определение необходимого объёма газовой смеси при помощи математического моделирования

На данном этапе проводился расчёт необходимого объёма газовой смеси для обеспечения эффективной тампонады. Для этого необходимо было определить степень деформации пузырька газовой смеси в зоне ретинального разрыва; провести геометрический анализ пузырька газовой смеси с отслоенной зоной сетчатки в зоне разрыва и, основываясь на полученных данных, разработать методику расчёта объёма газовой смеси для практического применения.

3.2.1. Определение деформации пузырька газовой смеси при контакте с отслоенной сетчаткой в зоне ретинального разрыва

Газовая тампонада при проведении пневморетинопексии проводится с целью блокирования разрыва для предотвращения проникновения жидкости из стекловидного тела в субретинальное пространство. Поскольку одним из известных осложнений пневморетинопексии является формирование новых разрывов сетчатки вследствие индукции газовым пузырем задней отслойки стекловидного тела, необходимым условием является расчёт минимально достаточного для блокирования разрыва объёма газовой смеси.

Для расчёта использовались такие параметры, как площадь (S) формируемого ретинального дефекта в ходе ИАГ-лазерной ретинотомии и высота (h) отслойки. Ширина формируемого разрыва сетчатки не должна превышать 1 меридиан глазного (30°) дна в связи с риском миграции газа в субретинальное пространство. В таком случае длина дуги окружности вычисляется по формуле:

$$L = \frac{\pi R a}{180}$$

где L – длина окружности

R – радиус окружности

a – угол в градусах

При среднем значении диаметра глаза в 23,3 мм, радиус составляет 11,65 мм. Соответственно, длина разрыва (L) не должна превышать 6 мм. На основании выявленных ранее корреляций между формой клапанного разрыва и протяжённостью ВРС, а также разработанной системой классификации клапанных разрывов по соотношению длины к ширине (l/b), были рассчитаны значения площади для каждой из форм клапанных разрывов при максимально допустимом значении ширины разрыва (6 мм). Вычисление площади проводилось с помощью определенного интеграла с использованием графика функций:

$$y = -\frac{4l}{b^2}x^2 + l$$

$$\int_{-\frac{b}{2}}^{\frac{b}{2}} \left(-\frac{4l}{b^2}x^2 + l\right) dx = -\frac{4l}{3b^2}x^3 + lx \Big|_{-\frac{b}{2}}^{\frac{b}{2}} = -\frac{4lb^3}{3b^2 \cdot 8} + \frac{lb}{2} \left(-\frac{4l}{3b^2} \cdot \left(-\frac{b}{2}\right)^3 + l \left(-\frac{b}{2}\right)\right) \\ = \frac{lb}{2} \cdot 2 - \frac{2lb}{6} = \frac{2lb}{3}$$

Где l – длина разрыва, b – ширина разрыва

Соответственно, при $l/b < 2/1$ площадь клапанного разрыва составит 72 мм². При данном соотношении отсекается 1/4 от «язычка» клапанного разрыва, что составляет 18 мм².

По аналогии с данными расчётами:

- при $l/b = 2/1 - 3/2$ площадь сформированного разрыва составит $22 - 36 \text{ мм}^2$;
- при $l/b = 3/2 - 1/1$ площадь сформированного разрыва составит $24 - 36 \text{ мм}^2$;
- при $l/b < 1/1$ площадь сформированного разрыва составит 24 мм^2 .

По приведенным расчётам минимальная площадь ретинального дефекта формируется при соотношении $l/b < 2/1$ и составляет 18 мм^2 .

Для определения минимального объёма газовой смеси, достаточного для покрытия обозначенной площади, необходим расчёт деформации пузырька газовой смеси с отслоенной сетчаткой в зоне ретинального разрыва.

Пузырек газовой смеси в однородной среде принимает сферическую форму под действием сил внутреннего давления, сил поверхностного натяжения на границе со средой. Для плотного облепания сетчатки в зоне отслоения газовой смеси пузырь должен быть деформирован в зоне контакта с сетчаткой под действием выталкивающей силы по закону Архимеда. Деформация газовой смеси зависит от радиуса пузырька газовой смеси, а также площади ретинального разрыва (Таблица 3).

Таблица 3 - Зависимость величины необходимой деформации пузырька для полного контакта отслоенной сетчатки в зоне разрыва от его радиуса

Величина деформации пузырька, мм							
S - площадь разрыва, мм^2	r - радиус пузырька воздушно-газовой смеси, мм						
	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
1,00	0,30	0,25	0,21	0,18	0,15	0,12	0,09
4,00	0,59	0,50	0,42	0,36	0,29	0,24	0,18
9,00	0,89	0,75	0,64	0,53	0,44	0,36	0,28
18,00	1,20	1,01	0,85	0,72	0,59	0,48	0,37

Из представленной таблицы следует, что для деформации, достаточной для закрытия минимальной площади (18 мм^2), радиус пузырька варьирует от $2 - 8 \text{ мм}$.

При этом, чем больше радиус пузырька, тем меньше требуется его деформация для закрытия разрыва. Согласно третьему закону Ньютона:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

Таким образом, деформация газовой смеси соответствует деформации стекловидного тела.

По данным литературных источников, предельная деформация коллагеновых волокон, не вызывающая изменение его структуры не превышает 20%. В соответствии с третьим законом Ньютона, предельная деформация газовой смеси также не должна превышать 20% для минимизации влияния на коллагеновые волокна. На основании данных, представленных в таблице 3, определено минимальное значения радиуса пузырька газовой смеси для разрыва площадью 18 мм², равное 5 мм.

Для определения минимального объёма газо-воздушной смеси в соответствии с радиусом пузырька необходим геометрический анализ контакта пузырька газовой смеси с отслоенной сетчаткой в зоне разрыва.

3.2.2. Геометрический анализ контакта пузырька газовой смеси с отслоенной зоной сетчатки

В таблице 4 приведены значения объёма пузырька газовой смеси в зависимости от его радиуса в мм, вычисленные по геометрической формуле объёма шара в мл.

Таблица 4 - Зависимость объёма пузырька воздушно-газовой смеси от его радиуса

г- радиус пузырька воздушно-газовой смеси, мм	V - объём пузырька воздушно-газовой смеси, мл
2,0	0,03
2,5	0,07
3,0	0,11
3,5	0,18
4,0	0,27
4,5	0,38
5,0	0,52
5,5	0,70
6,0	0,90
6,5	1,15

В соответствии с таблицей 3, минимально эффективный объём для блокирования минимальной площади разрыва составляет 0,5 мл.

3.2.3. Разработка методики расчёта объёма газовой смеси для практического применения

Для получения практически применимой методики расчёта достаточного объёма газовой смеси, с учетом нашего обоснования минимального объёма 0,5 мл, применялась полиномиальная регрессия 2-го порядка по высоте и площади ретинального разрыва для достижения контакта пузырька с площадью ретинального разрыва.

Объём газовой смеси с 12% C₃F₈ в мл вычисляли по формуле:

$$V=0,0528H+0,0528\sqrt{S} - 0,005H\sqrt{S} + 0,4682 \text{ мл}$$

где H - высота отслойки, мм;

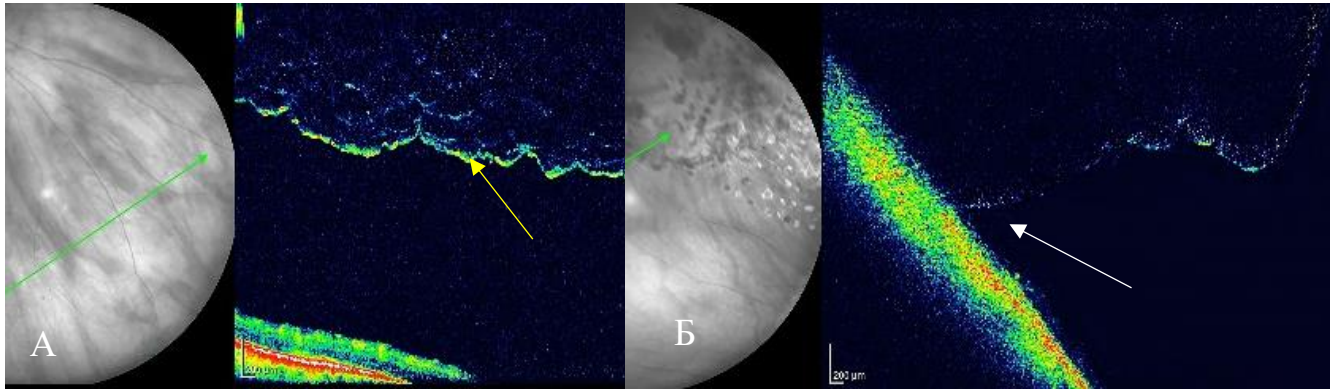
S – площадь отслойки, мм;

$\sqrt{\quad}$ - квадратный корень.

Таким образом, оценка зоны контакта и степени деформации пузырька газоздушной смеси позволили рассчитать оптимальные объёмы вводимого вещества. Данный способ расчёта использовался при лечении всех пациентов основной группы ($n=43$). Предложенная методика расчёта позволяет снизить не только процент осложнений после операции, но также риск развития ранних рецидивов РОС, что существенно повышает анатомо-функциональную эффективность лечения.

3.3. Оценка состояния периферического витреоретинального интерфейса в разные сроки после адаптации отслоенной сетчатки при помощи широкопольной ОКТ

Данный этап оптимизации предполагает проведение сканирования в разные сроки после хирургического вмешательства для комплексной оценки витреоретинальных взаимоотношений в послеоперационном периоде. Для этого при помощи широкопольной ОКТ проводилось сканирование периферических отделов глазного дна пациентов основной группы, у которых было достигнуто прилегание сетчатки ($n=40$) в 8 зонах: верхней, нижней, темпоральной, верхне- и нижне-темпоральной, назальной, верхне- и нижне-назальной. На сканограммах оценивались наличие дополнительных тракций, а также степень задней отслойки стекловидного тела (Рисунок 11). Сканирование проводилось сразу после прилегания сетчатки (2-3 сутки после введения газоздушной смеси), а также в сроки наблюдения (1,3,6,12 и 24 месяцев).



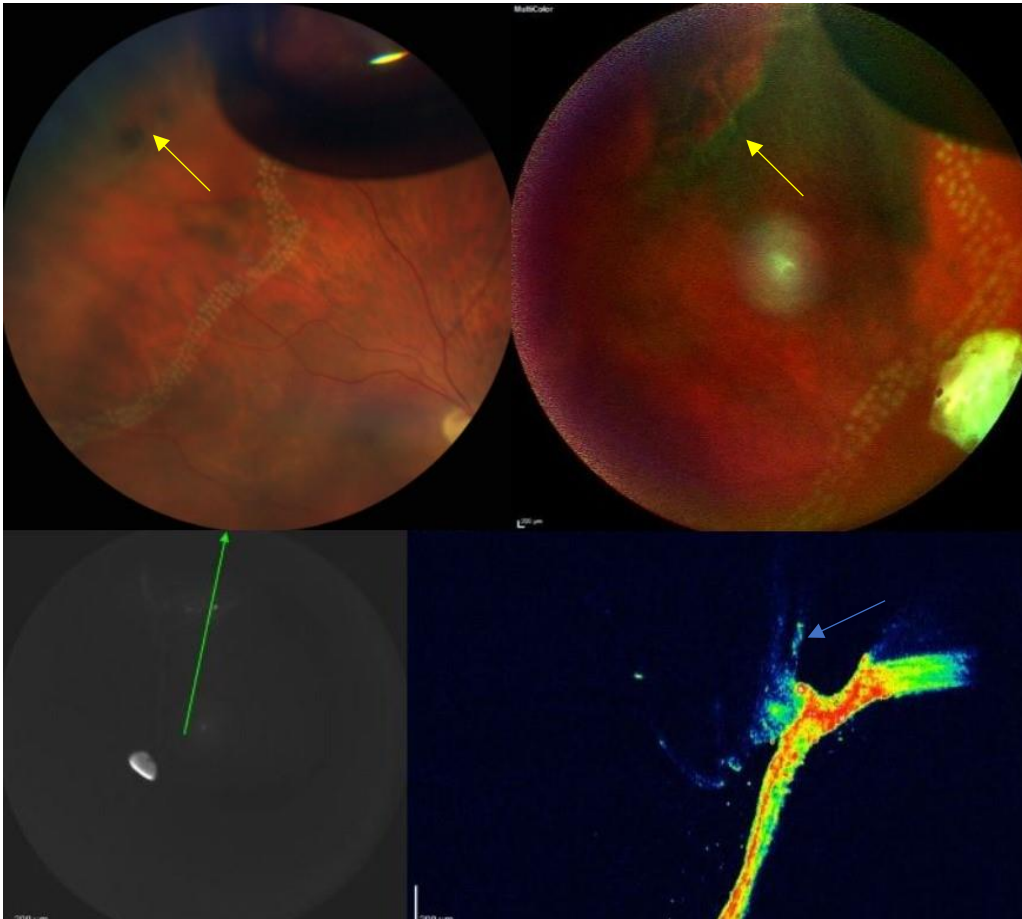
Визуализация полной (отмечено желтой стрелкой) и незавершенной (отмечено белой стрелкой) ЗОСТ

А – сканирование назального отдела глазного дна – отмечается полная ЗОСТ;

Б – верхне-назальный отдел глазного дна – визуализируется незавершенная ЗОСТ

Рисунок 11 - Результаты проведения ОКТ-сканирования в послеоперационном периоде

В результате данного анализа дополнительные тракции были обнаружены у 15 пациентов (37,5%). При этом, у 4 пациентов (10%) сразу после прилегания сетчатки были выявлены дополнительные зоны с тракционным компонентом, локализующиеся непосредственно в области ранее отслоенной сетчатки (Рисунок 12). Данные зоны не визуализировались до прилегания сетчатки.



Визуализация решётчатой дистрофии сетчатки (отмечено желтыми стрелками) и зоны с тракционным компонентом (отмечено синей стрелкой)

А – Цветная фотография глазного дна: визуализируется участок решетчатой дистрофии сетчатки;

Б – Мультиспектральное лазерное сканирование: визуализируется участок решетчатой дистрофии сетчатки;

В – Широкопольная ОКТ: визуализируется участок решетчатой дистрофии сетчатки с тракционным компонентом

Рисунок 12 - Пациент А., 61 год, результаты послеоперационной широкопольной визуализации периферического витреоретинального интерфейса

У остальных 11 пациентов (27,5%) дополнительные тракции обнаруживались в срок от 4 до 15 месяцев (Рисунок 13). Всем пациентам с выявленными дополнительными патологическими участками ВРС проводилась барьерная ЛКС по стандартной методике. Рецидивов у данных пациентов не возникло за весь период наблюдения.

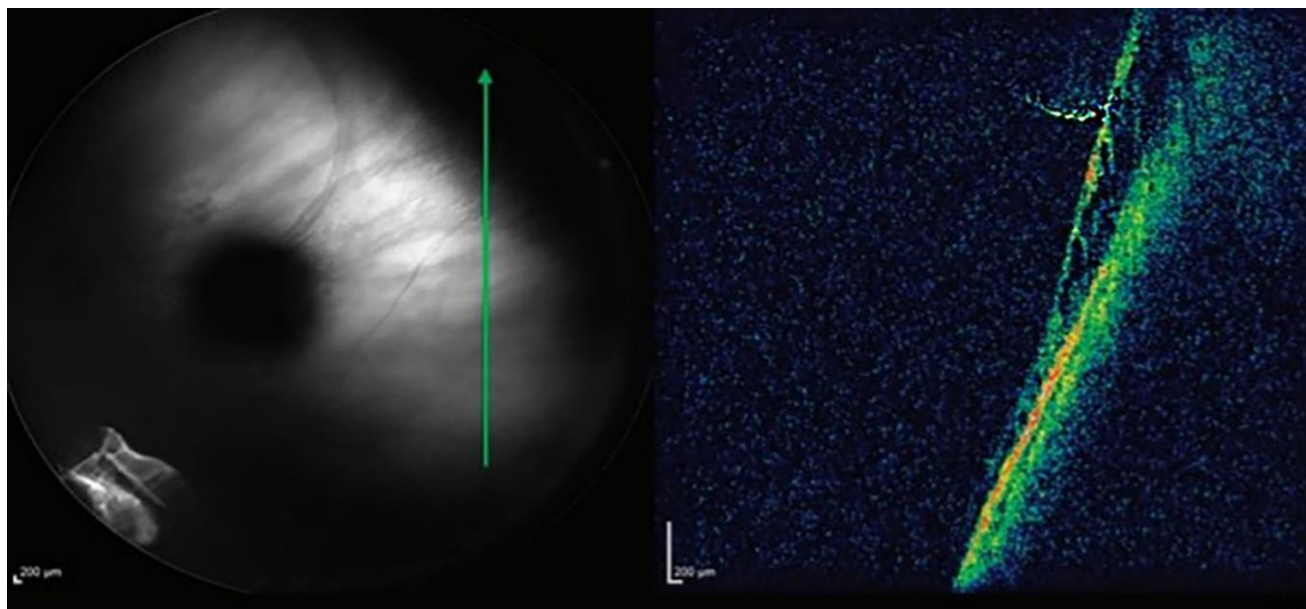


Рисунок 13 - Пациентка О., 66 лет, на сканограмме визуализируется зона ретиношизиса с тракционным компонентом в смежном с отслойкой меридиане глазного дна через 4 месяца после проведенного лечения

При помощи построения множественной линейной регрессионной модели были определены значимые предикторы возникновения тракций в сроки до 2 лет после хирургического лечения. Данные факторы затем были ранжированы по уровню значимости. В ходе анализа было обнаружено, что наиболее значимыми факторами являются наличие миопии более 6,25 диоптрий и аксиальная длина более 25 мм ($p < 0,05$).

Анализ сроков возникновения патологических участков на сетчатке показал появление дополнительных витреоретинальных тракций в срок от 2 дней до 15 месяцев с наибольшей встречаемостью в промежутке от 8 до 11 месяцев (Таблица 5).

Таблица 5 - Сроки обнаружения дополнительных тракций у пациентов основной группы после проведения оперативного вмешательства

Сроки наблюдения	Количество пациентов	
	абс.	%
2-4 дня	4	10
5 дней – 3 месяца	-	-
4-7 месяцев	3	7,5
8-11 месяцев	6	15
12-15 месяцев	2	5
16-19 месяцев	-	-
20-24 месяца	-	-

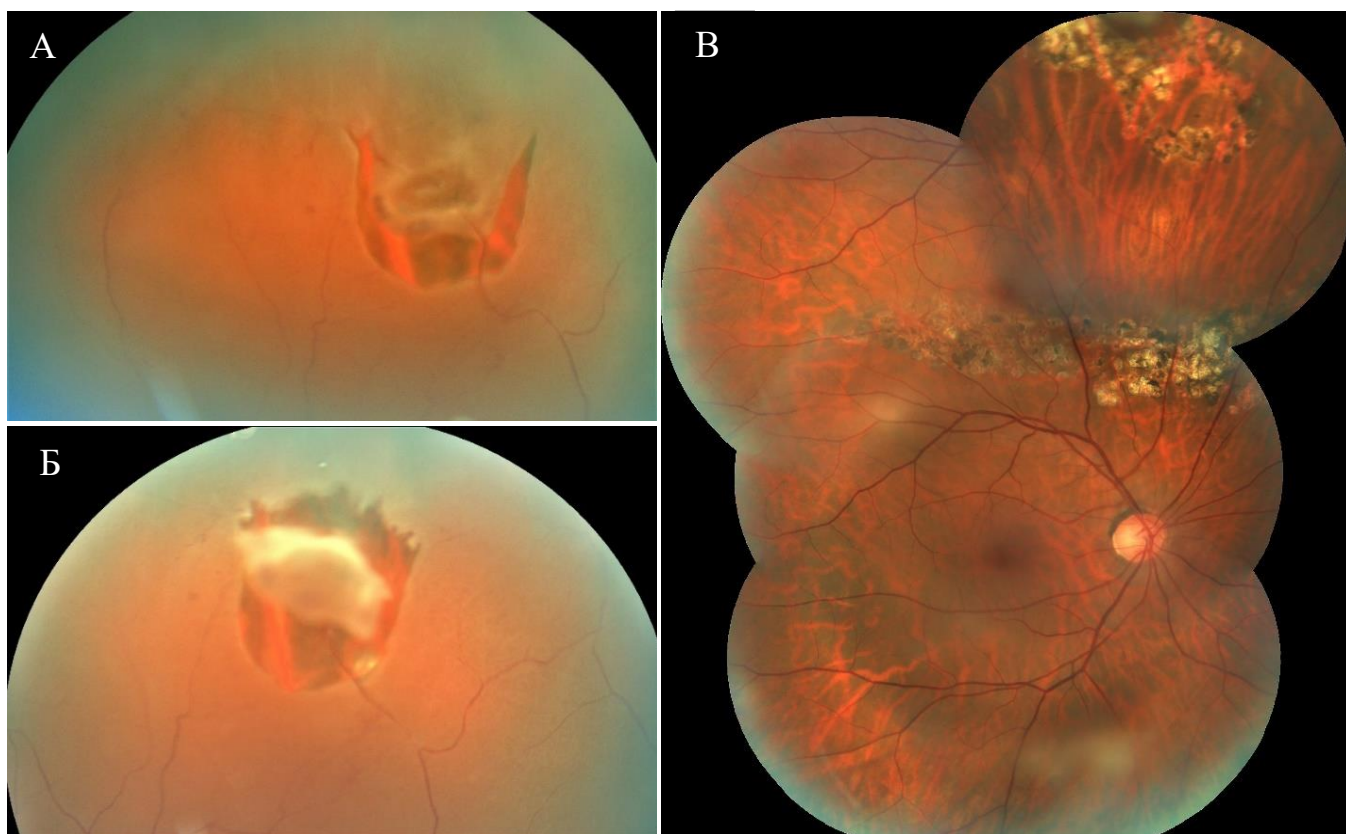
Таким образом, проведение широкопольного сканирования после адаптации отслоенной сетчатки позволяет в ряде случаев выявить новые зоны патологического тракционного воздействия и своевременно провести дополнительную барьерную ЛКС, что существенно снижает вероятность возникновения рецидива РОС. Наиболее значимыми предикторами возникновения таких патологических зон являются миопия высокой степени и аксиальная длина более 25 мм. При этом дополнительные тракции формировались в срок от 2 дней до 15 месяцев после хирургического вмешательства.

Исходя из вышесказанного, пациентам с миопией высокой степени и значением передне-задней оси более 25 мм рекомендованы более частые осмотры (1 раз в 3 месяца) по сравнению с остальными пациентами. В то же время выявление в ходе широкопольного сканирования завершённой ЗОСТ позволяет отнести пациентов в группу низкого риска рецидива заболевания и увеличить диапазоны послеоперационного наблюдения до 1 раза в год.

3.4. Примеры применения оптимизированной технологии микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения локальной регматогенной отслойки сетчатки

Возможность использования оптимизированного алгоритма комбинированной микроинвазивной лазер-хирургической технологии для лечения РОС можно проиллюстрировать следующими клиническими примерами:

Клинический пример №1: Пациент И., 49 лет с локальной регматогенной отслойкой сетчатки, расположенной в верхней полусфере глазного дна. Исходное значение ВГД составляло 18 мм.рт.ст. При проведении широкопольной ОКТ соотношение I/b составило 1/1, в соответствии с чем иссекалась вся зона «язычка» клапанного разрыва. Затем, согласно оптимизированной технологии комбинированного микроинвазивного лазер-хирургического лечения РОС, проводилась инъекция газовой смеси (12% C₃F₈). По данным ультразвукового сканирования в В-режиме высота отслойки составила 1,36 мм, по данным широкопольной МЛС площадь формируемого ретинального дефекта составила 18 мм². Результаты математического моделирования определили оптимальный объём газовой смеси, который составил 0,7 мл. Завершающим этапом проводилась барьерная ЛКС вокруг краев дырчатого разрыва после полного прилегания сетчатки (2-3 сутки). У пациента отмечалось полное прилегание сетчатки и отсутствие эпизодов послеоперационного повышения ВГД. Рецидива отслойки не наблюдалось, срок наблюдения составил 2 года (Рисунок 14).



А – До лечения. Соотношение $1/b=1/1$;

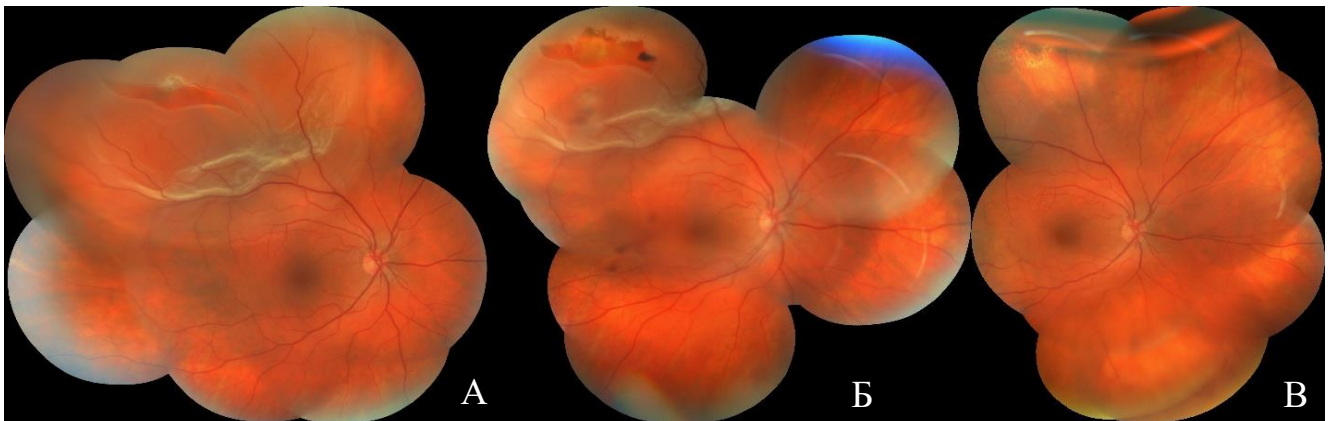
Б- Иссечение всей зоны «язычка» клапанного разрыва;

В – Через 2 года после лечения. Сетчатка прилежит

Рисунок 14 - Пациент И., 44 года, результаты оптимизированной микроинвазивной комбинированной лазер-хирургической технологии с использованием полученных данных

Клинический пример № 2: Пациентка К., 52 года. с локальной регматогенной отслойкой сетчатки, расположенной в верхней полусфере глазного дна. Дооперационное значение ВГД составило 12 мм.рт.ст. Соотношение $1/b$ составило $1/4$, в соответствии с чем иссекалась вся зона «язычка» клапанного разрыва и такая же по площади зона, дистальнее его основания. По данным ультразвукового сканирования в В-режиме высота отслойки составила 3,96 мм, по данным широкопольной МЛС площадь формируемого ретинального разрыва составила 9 мм². Результаты математического моделирования определили оптимальный объём

газовоздушной смеси, который составил 0,8 мл. Отмечалось полное прилегание сетчатки и отсутствие эпизодов послеоперационного повышения ВГД (Рисунок 15). Через неделю после проведенного лечения у пациентки были выявлены дополнительные витреоретинальные тракции в соседнем с отслойкой меридиане глазного дна в связи с чем была проведена дополнительная барьерная ЛКС вокруг выявленных патологических зон. Рецидива отслойки не наблюдалось, срок наблюдения составил 1,5 года



А – До лечения. Соотношение 1/b < 1/1;

Б- Иссечение всей зоны «язычка» клапанного разрыва и такой же по площади зоны дистальнее его основания;

В – Через 1 месяц после лечения. Сетчатка прилежит.

Рисунок 15 - Пациентка К, 66 лет, результаты оптимизированной микроинвазивной комбинированной лазер-хирургической технологии с использованием полученных данных

Клинический пример № 3: Пациентка О., 58 лет. с локальной регматогенной отслойкой сетчатки, расположенной в верхней полусфере глазного дна. Дооперационное значение ВГД составило 18 мм.рт.ст. Соотношение 1/b составило 1/1, в соответствии с чем иссекалась вся зона «язычка» клапанного разрыва. По данным ультразвукового сканирования в В-режиме высота отслойки составила 8,4 мм, по данным широкопольной МЛС площадь ретинального разрыва составила 23

мм². Результаты математического моделирования определили оптимальный объём газовой смеси, который составил от 0,96 мл. Отмечалось полное прилегание сетчатки и отсутствие эпизодов послеоперационного повышения ВГД. Рецидива отслойки не наблюдалось, срок наблюдения составил 1 год (Рисунок 16).



А – До оперативного вмешательства визуализируется локальная отслойка сетчатки и клапанный разрыв. Соотношение $l/b = 1/1$;

Б – Иссечение всей зоны «язычка» клапанного разрыва;

В – Через год после проведенного лечения. Сетчатка прилежит

Рисунок 16 – Пациентка О., 58 лет, результаты оптимизированной микроинвазивной комбинированной лазер-хирургической технологии с использованием полученных данных

Таким образом, определение локализации и протяжённости ВРС позволяет проводить ретинотомию с полным устранением тракционного компонента, максимальным тканесохранением и отсутствием повреждений ретинальных сосудов, локализованных вне зоны ВРС, чем обеспечивается стабильный анатомический результат и снижается риск геморрагических осложнений. Классифицирование клапанных разрывов по форме и выявление взаимосвязи между формой клапанного разрыва и протяжённостью ВРС позволяет определять локализацию тракционного компонента исходя из формы разрыва без необходимости предварительного проведения методов широкопольной визуализации периферического витреоретинального интерфейса, адаптируя таким

образом технологию для широкого внедрения в клиническую практику. Определение оптимального объёма газовой смеси позволяет снизить риск формирования разрывов в других отделах глазного дна, связанных с индуцированием ЗОСТ газовой пузырьком и в то же время достичь полноценной адаптации отслоенной сетчатки, чем достигается профилактика ранних рецидивов заболевания и обеспечивается стабильный анатомический результат. Проведение широкопольной ОКТ в разные сроки после хирургического лечения позволяет выявить тракции, не визуализирующиеся при наличии отслойки сетчатки в раннем послеоперационном периоде, а также выявить дополнительные очаги с тракционным компонентом, вызванные продолжающейся ЗОСТ в позднем послеоперационном периоде, что позволяет своевременно проводить дополнительную барьерную ЛКС и тем самым снижать риск рецидивов заболевания для достижения высокого анатомического результата в долгосрочной перспективе. Определение выраженности задней отслойки стекловидного тела позволяет формировать сроки для послеоперационного наблюдения, что также способствует повышению клинко-функциональных результатов лечения.

Глава 4. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ РЕГМАТОГЕННОЙ ОТСЛОЙКИ СЕТЧАТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПТИМИЗИРОВАННОЙ МИКРОИНВАЗИВНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ЛАЗЕР-ХИРУРГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

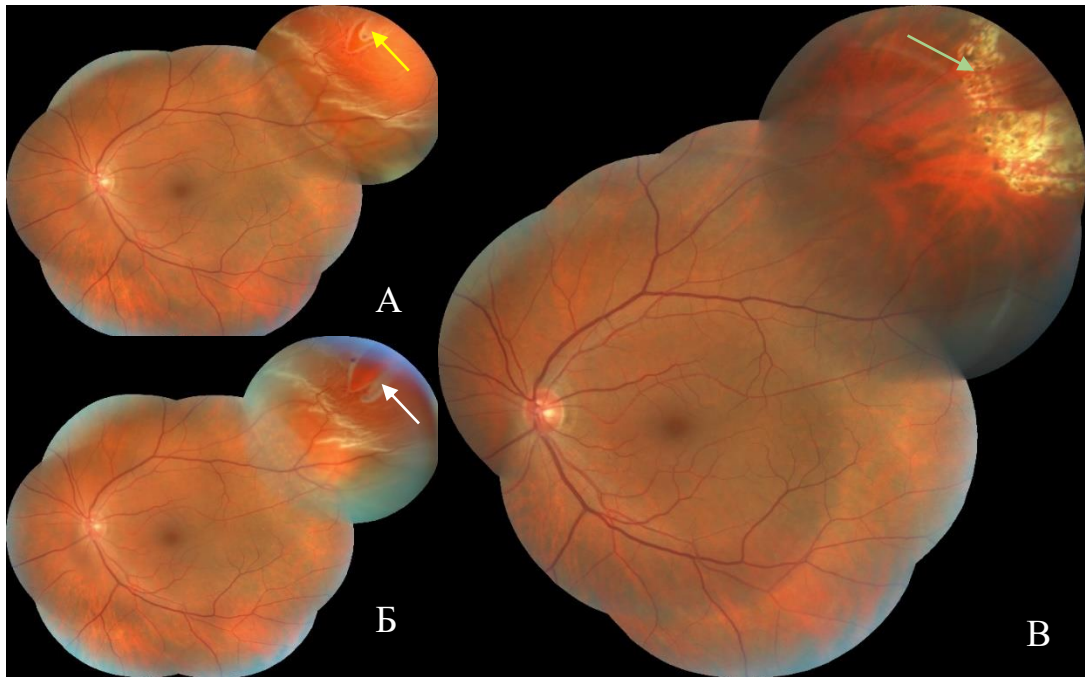
Целью данной главы является оценка результатов лечения с помощью оптимизированной микроинвазивной комбинированной лазер-хирургической технологии, в том числе и в сравнении с радиальным эписклеральным пломбированием. Для этого были проанализированы показатели клинико-функциональной эффективности технологии, а также проведен сравнительный анализ анатомических и функциональных результатов лечения между основной и контрольной группами.

4.1. Анализ клинико-функциональной эффективности оптимизированной технологии микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения локальной регматогенной отслойки сетчатки

Для оценки результатов лечения пациентов с РОС по оптимизированной микроинвазивной комбинированной лазер-хирургической технологии было необходимо проанализировать изменения как анатомических, так и функциональных показателей в пред- и послеоперационном периодах.

4.1.1. Анализ анатомической эффективности оптимизированной технологии комбинированного микроинвазивного лазер-хирургического лечения регматогенной отслойки сетчатки

Анализ анатомических результатов лечения в основной (I) группе показал полное прилегание сетчатки у 40 пациентов (93%). Прилегание сетчатки было достигнуто на 2-3 сутки после введения газовой смеси, что позволило провести третий этап лечения, при этом широкопольная ОКТ, проведенная в зоне первичного разрыва сетчатки показала отсутствие значимых ВРС (Рисунок 17).



Визуализация клапанного разрыва (отмечено желтой стрелкой), отсечённого фрагмента сетчатки (отмечено белой стрелкой), сформированного дырчатого разрыва сетчатки с пигментированными коагулятами (отмечено зеленой стрелкой)

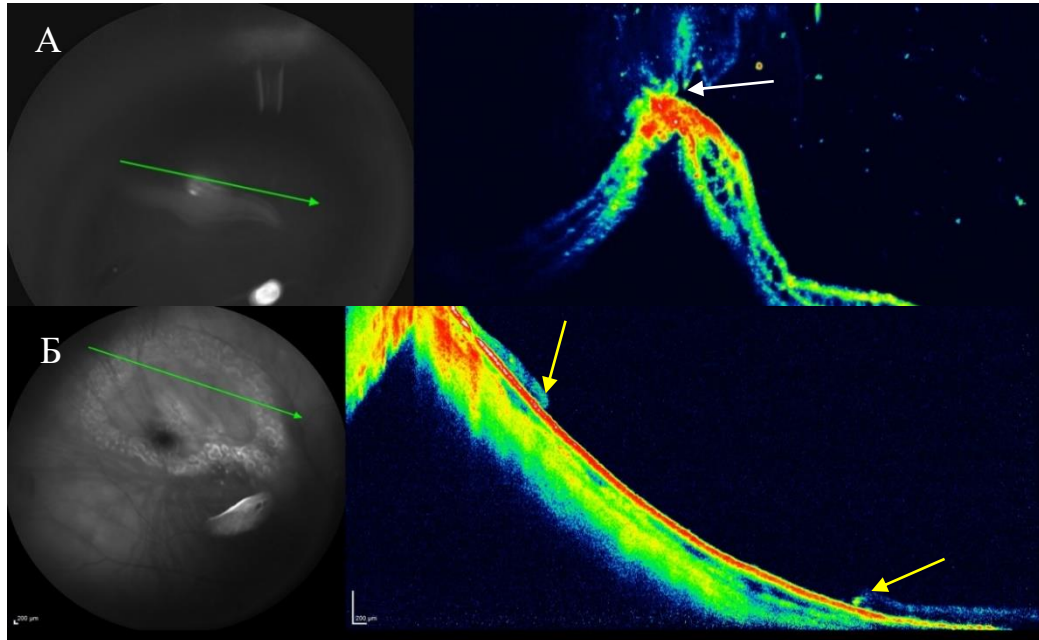
А – До оперативного лечения визуализируется локальная отслойка сетчатки в верхне-темпоральном отделе глазного дна вследствие клапанного разрыва;

Б – После первого этапа технологии (ИАГ- лазерной ретиномии) отмечается формирование дырчатого разрыва сетчатки;

В – Через 2 года после проведенного лечения, сетчатка прилежит

Рисунок 17 - Пациент Ф., 66 лет. Результаты оптимизированной микроинвазивной комбинированной лазер-хирургической технологии

Анализ периферического витреоретинального интерфейса при помощи широкопольной ОКТ подтвердил отсутствие тракционного компонента в зоне оперативного вмешательства у всех пациентов основной группы (Рисунок 18).



Визуализация зоны ВРС (отмечено белой стрелкой) и краёв ретинального разрыва (отмечено желтыми стрелками)

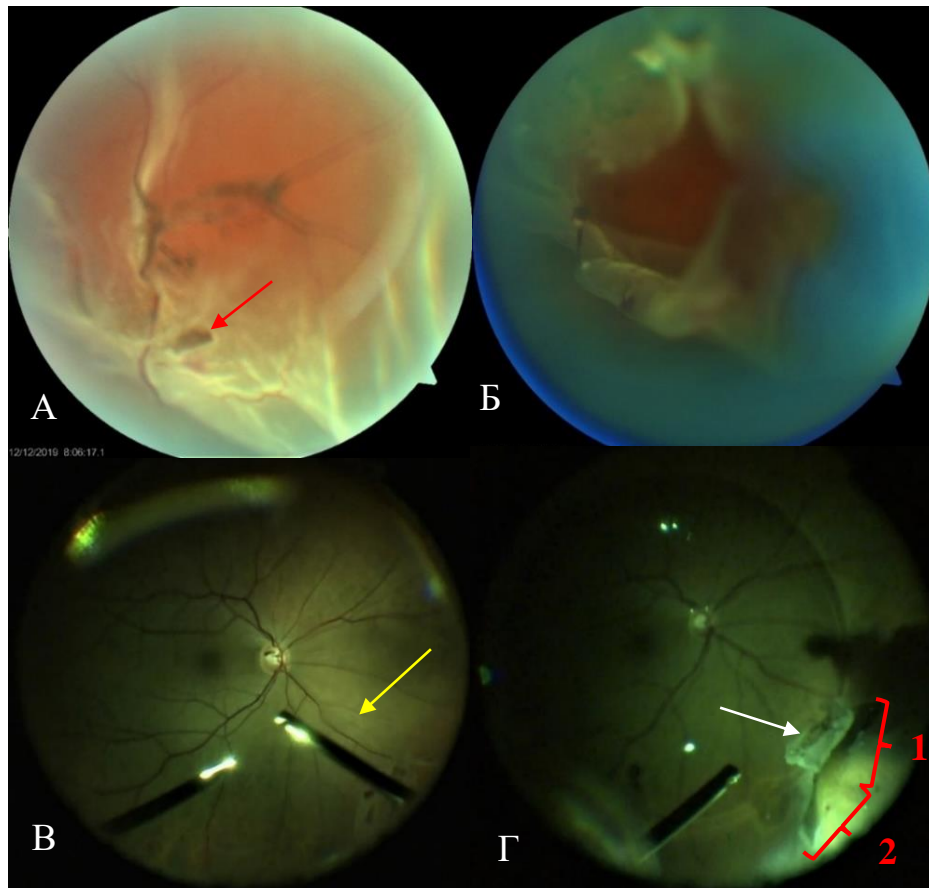
А – До лечения отмечается отслойка сетчатки с ВРС в зоне клапанного разрыва;

Б – после лечения визуализируются края ретинального разрыва и отсутствие тракционного компонента

Рисунок 18 - Пациентка К., 66 лет, широкопольное ОКТ до и после проведенного лечения

Прилегание сетчатки не было достигнуто в трёх случаях (7%). Из них у одного пациента с артефакцией клапанный разрыв располагался на крайней периферии сетчатки, что затрудняло фокусировку ИАГ-лазера и, соответственно, получение оптикоэлектрического пробоя для полноценного иссечения зоны ВРС. Следовательно, область сетчатки с наличием ВРС была иссечена частично, и полного устранения тракционного компонента достичь не

удалось. Данный пациент впоследствии был направлен на витрэктомию. Стоит отметить, что у остальных пациентов с артификацией (n=2) ВРС локализовалась на верхушке «язычка» клапанного разрыва, что не препятствовало фокусировке ИАГ-лазера и успешному проведению ретиномии с достижением полного прилегания сетчатки и сохранением стабильного анатомического результата в течение всего срока наблюдения. У пациента с наличием двух рядом расположенных клапанных разрывов, а также у пациента с высокой отслойкой сетчатки (h=9,5 мм) и обширной зоной ВРС наблюдалась миграция газовой смеси в субретинальное пространство. В первом случае при наличии двух клапанных разрывов зона ВРС значительно выходила за их пределы. В результате чего после проведения этапа ретиномии сформировался дырчатый разрыв сетчатки размерами более 1-часового меридиана. У пациента с высокой отслойкой сетчатки размеры ретинального разрыва после иссечения зоны ВРС также превышали по размеру часовой меридиан глазного дна ввиду наличия множественных тракций, выходящих за пределы клапанного разрыва, что и определило значимый объём иссекаемой ткани (Рисунок 19). Данные пациенты были направлены на витрэктомию.



Визуализация клапанного разрыва сетчатки (красная стрелка), зоны сетчатки с газовоздушной смесью в субретинальном пространстве, отсечённого фрагмента сетчатки (белая стрелка), размеров сформированного ретинального разрыва (красные скобки)

А – Высокая отслойка сетчатки ($h=9,5$ мм) с клапанным разрывом, сформированном на фоне решетчатой дистрофии сетчатки;

Б – В ходе выполнения ИАГ-лазерной ретиномии сформирован дырчатый разрыв сетчатки;

В – Витрэктомия: визуализируется участок отслоенной сетчатки вследствие наличия газовоздушной смеси в субретинальном пространстве;

Г – Витрэктомия: визуализируется отсеченный ИАГ-лазером участок клапанного разрыва, размеры ретинального разрыва превышают 1 меридиан глазного дна

Рисунок 19 - Пациент И., 58 лет, изображение глазного дна до хирургического лечения и во время витрэктомии

Рецидивы отслойки отмечались в трёх случаях (7,5%) вследствие формирования новых разрывов в нижней полусфере глазного дна. Данные пациенты также были направлены на витрэктомию. Осложнения в основной группе отмечались у 8 пациентов (18,6%). Из интраоперационных осложнений у 2-х пациентов (4,7%) отмечалась миграция газа в субретинальное пространство, как было указано выше, также у 3-х пациентов (7%) отмечалось клинически незначимое кровоизлияние, полученное в ходе пересечения ретинальных сосудов ИАГ-лазером. Данное осложнение останавливалось интраоперационно путем кратковременной (1-2 мин) компрессии линзой Гольдмана, не потребовало консервативной терапии, а также не отразилось на клинико-функциональных результатах лечения.

Из послеоперационных осложнений в 1 случае (2,3%) отмечалось формирование эпиретинальной мембраны через 6 месяцев после хирургического вмешательства. Данная пациентка в дальнейшем была направлена на витреоретинальную хирургию (Рисунок 20).

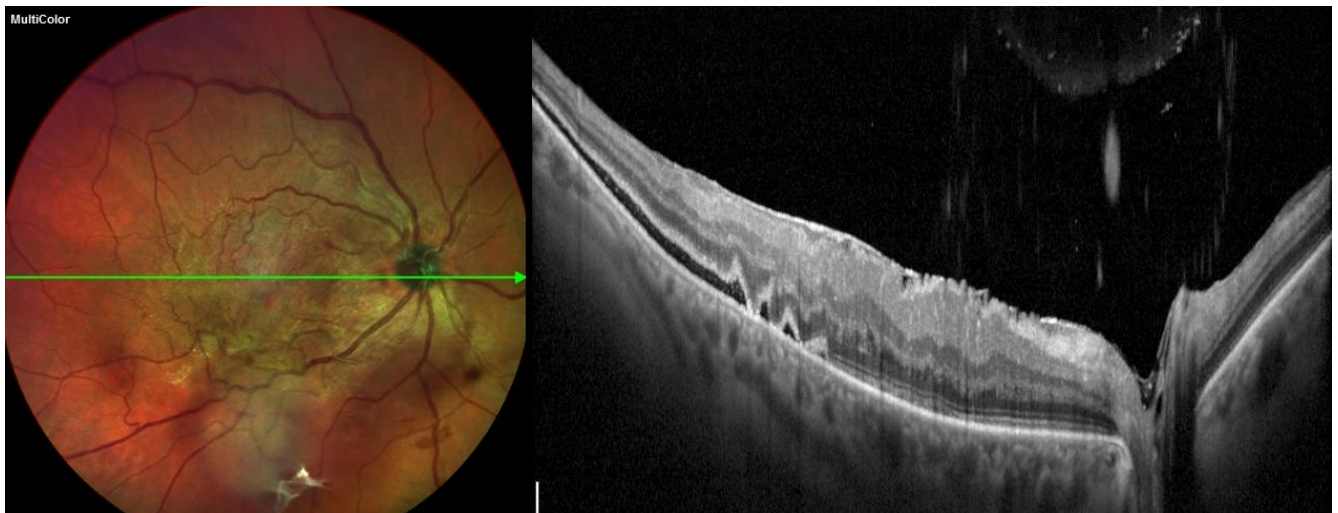
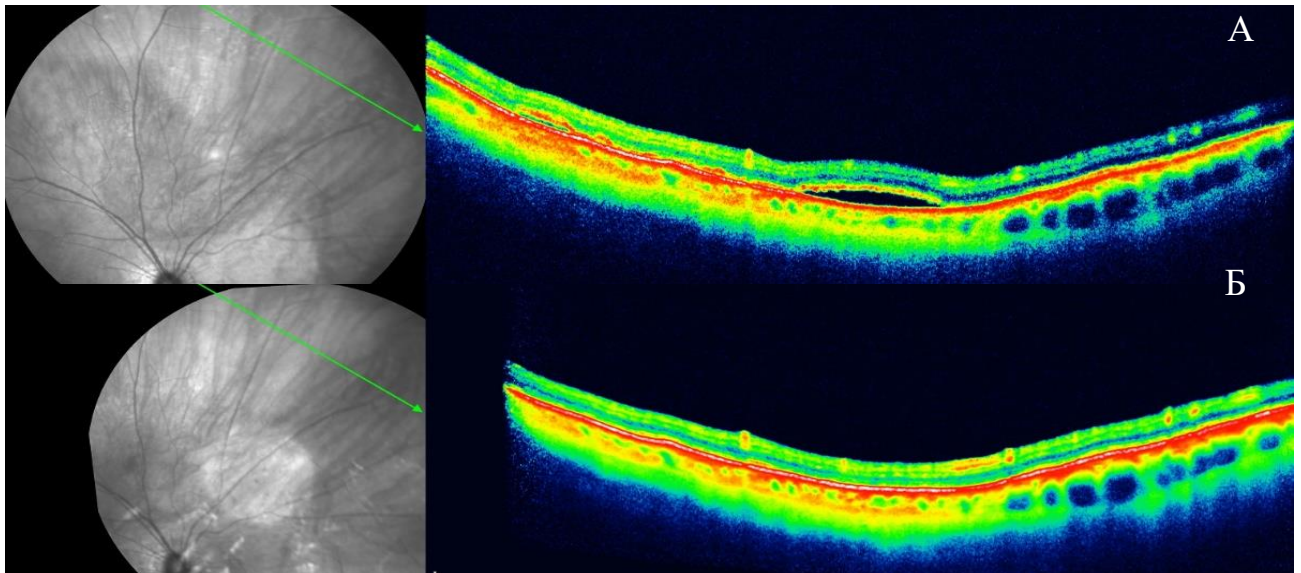


Рисунок 20 - Пациентка К., 49 лет, отмечается формирование эпиретинальной мембраны

Также у 2-х пациентов (4,7%) отмечалась персистенция субретинальной жидкости, которая самостоятельно резорбировалась в срок от 3-6 месяцев. Субретинальная жидкость локализовалась на крайней периферии сетчатки, не захватывала макулярную зону и, таким образом, не повлияла на зрительные функции пациентов (Рисунок 21).



А - Отмечается персистенция субретинальной жидкости;

Б - Жидкость резорбировалась полностью в течение 6 месяцев

Рисунок 21 - Пациентка Ш., 52 года, сканограммы широкопольной ОКТ

Оптимизированная технология комбинированного микроинвазивного лазер-хирургического лечения локальных РОС демонстрирует высокую анатомическую эффективность после одной операции равную 93%, что связано с устранением тракционного компонента и полноценной адаптацией сетчатки.

4.1.2 Анализ функциональной эффективности оптимизированной микроинвазивной комбинированной лазер-хирургической технологии лечения локальной регматогенной отслойки сетчатки

Анализ функциональной эффективности в основной группе не выявил статистически значимых изменений показателей МКОЗ и ВГД в течение всего периода наблюдения (Таблица 6).

Таблица 6. Динамика изменений показателей МКОЗ и ВГД за весь период наблюдения ($p > 0,05$)

Время наблюдения	МКОЗ	ВГД, мм.рт.ст.
1 месяц	$0,7 \pm 0,14$	$16,3 \pm 2,25$
3 месяца	$0,8 \pm 0,14$	$15,8 \pm 2,24$
6 месяцев	$0,8 \pm 0,13$	$16,2 \pm 2,19$
12 месяцев	$0,8 \pm 0,12$	$15,2 \pm 2,18$
24 месяца	$0,8 \pm 0,12$	$16,5 \pm 2,21$

Для оценки качества жизни пациентов основной группы ($n=43$) использовались методы анкетирования с помощью русскоязычной, валидизированной версии медицинского опросника «National eye institute visual function questionnaire-25» (NEI-VFQ-25). Опросник NEI-VFQ-25 предназначен для офтальмологии и состоял из 25 вопросов, разделенных на следующие 11 шкал: «общее состояние здоровья», «общая оценка зрения», «глазная боль», «зрение вдаль», «зрение вблизи», «периферическое зрение», «цветоощущение», «социальное функционирование», «психическое здоровье», «ролевые ограничения», «зависимость от посторонней помощи» [136, 137, 93].

Для расчёта по шкале использовали стандартный алгоритм «шкала Ликерта» в диапазоне от 0 (минимальное значение) до 100 баллов (максимальное), что

соответствует полному здоровью. Оценка проводилась до и после оперативного лечения. Для сравнения использовался непараметрический критерий Уилкоксона.

В послеоперационном периоде подавляющее большинство пациентов (22 пациента – 51,2%) оценили общее состояние своего здоровья как хорошее (75 баллов), 13 пациентов (37,2%) - как отличное (100 баллов) и 5 пациентов (11,6%) – как удовлетворительное (50 баллов). Свое зрение хорошим (75 баллов) посчитали 23 пациента (53,5%), отличным (100 баллов) – 10 пациентов (23,3%), удовлетворительным (50 баллов) – 7 пациентов (16,3%) и лишь 3 пациента (7%) оценили свое зрение как плохое. Стоит отметить, что именно у данных 3-х пациентов прилегания сетчатки достичь не удалось в связи с чем они были направлены на витрэктомию. Статистически достоверной разницы по анализируемым параметрам отмечено не было (Таблица 7).

Таблица 7 - Анализ данных анкетирования пациентов основной группы (n=43) при помощи опросника NEI-VFQ-25

Анализируемые показатели	Me (25%; 75%)		P
	До лечения	После лечения	
Общее состояние здоровья	75 (75;100)	75 (75;100)	0,2482
Общая оценка зрения	75 (75;75)	75 (75;100)	0,3427
Зрение вблизи	70 (60;80)	70 (60;80)	0,7518
Зрение вдаль	75 (75;75)	75 (75;75)	1,0
Периферическое зрение	90 (50;100)	100 (50;100)	0,3710
Цветовосприятие	100(75;100)	100 (75;100)	0,2482
Глазная боль	60 (60;80)	75 (60;80)	1,0
Социальное функционирование	75 (75;100)	100 (75;100)	0,7236
Психическое здоровье	90 (70;95)	90 (70;95)	0,6830
Рольевые ограничения	88 (60;100)	88 (50;100)	0,6830
Зависимость от посторонней помощи	100 (75;100)	100 (75;100)	1,0
Суммарный балл	75 (75;90)	88 (75;100)	0,1

Для дифференцирования результатов опроса пациентов, у которых достигнуто прилегание сетчатки от пациентов направленных на витрэктомию, проводился анализ данных анкетирования пациентов с положительным

анатомическим результатом (n=40). Отмечались высокие балльные значения по всем анализируемым показателям. Было выявлено статистически значимое повышение общей оценки зрения после лечения (Таблица 8).

Таблица 8 - Анализ данных анкетирования пациентов основной группы, у которых достигнуто прилегание сетчатки (n=40) при помощи опросника NEI-VFQ-25

Анализируемые показатели	Me (25%; 75%)		P
	До лечения	После лечения	
Общее состояние здоровья	75 (75;100)	75 (75;100)	0,2482
Общая оценка зрения	75 (75;75)	75 (75;100)	0,0233
Зрение вблизи	70 (60;80)	70 (60;80)	0,4496
Зрение вдаль	75 (75;75)	75 (75;75)	0,1336
Периферическое зрение	90 (50;100)	100 (50;100)	0,1336
Цветовосприятие	100(75;100)	100 (75;100)	0,2482
Глазная боль	60 (60;80)	75 (60;80)	0,1336
Социальное функционирование	75 (75;100)	100 (75;100)	0,0736
Психическое здоровье	90 (70;95)	90 (70;95)	0,2482
Рольные ограничения	88 (55;100)	88 (60;100)	0,2482
Зависимость от посторонней помощи	100 (75;100)	100 (75;100)	0,4795
Суммарный балл	75 (75;90)	88 (75;100)	0,1

Также проводился субанализ результатов анкетирования после лечения в зависимости от анатомической эффективности лечения (Рисунок 22).

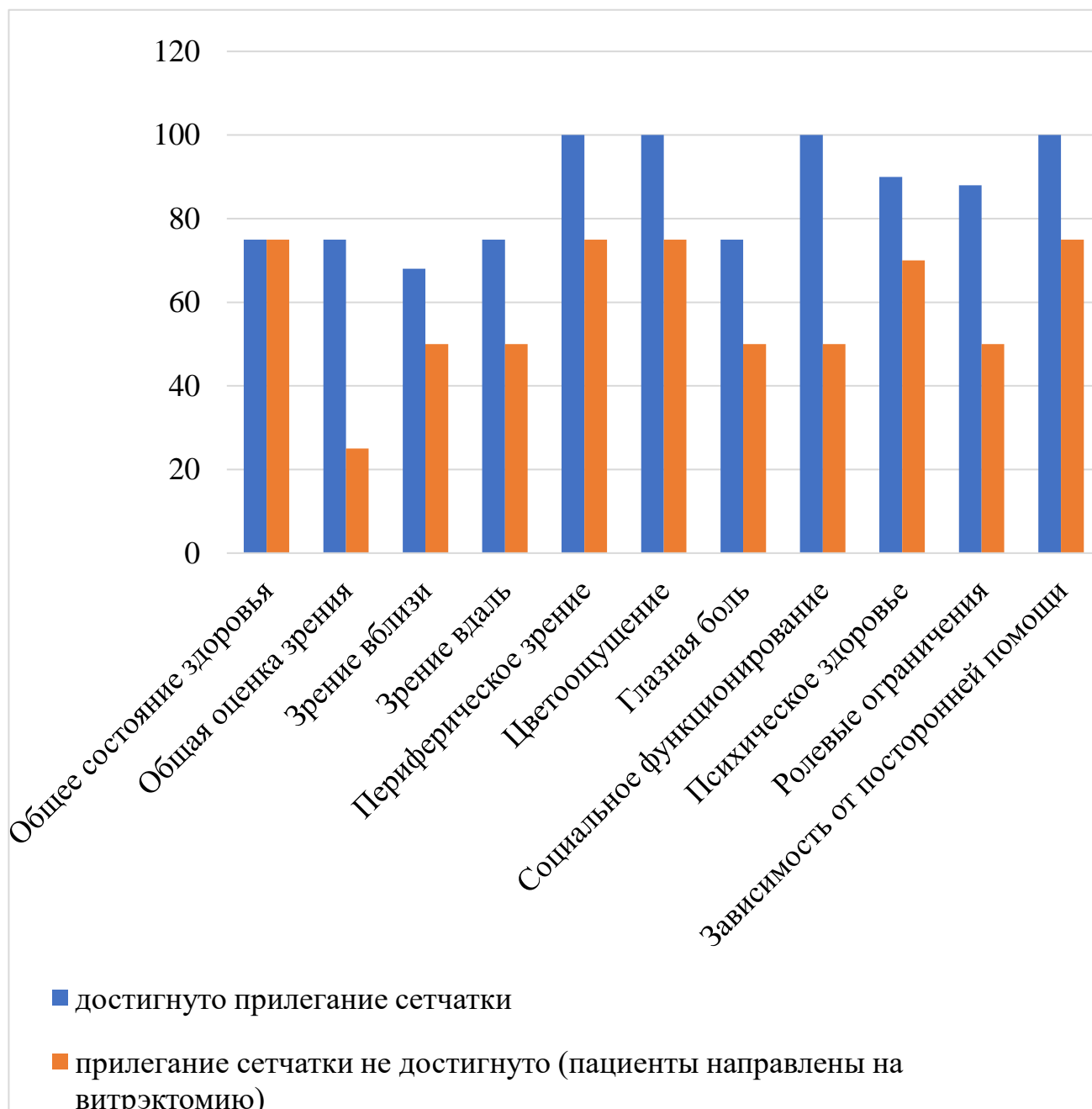


Рисунок 22 - Субанализ результатов анкетирования пациентов основной группы (n=43) при помощи опросника NEI-VFQ-25

С целью объективизации полученных данных использовался корреляционный анализ. Проведенный расчёт коэффициента линейной корреляции Спирмена показателя МКОЗ с разными шкалами анкеты NEI-VFQ-25 у пациентов основной группы после лечения показал различный уровень корреляции этих показателей, который варьировал от $r=0,10$ до $r=0,94$. Отмечалась сильная прямая

взаимосвязь по показателям цветоощущения, общей оценки зрения и психического здоровья, средняя прямая взаимосвязь по показателям зрения вдаль и ролевых ограничений и слабая взаимосвязь по показателям социального функционирования и зависимости от посторонней помощи (Таблица 9).

Таблица 9 - Корреляционный анализ для выявления взаимосвязи между результатами анкетирования по опроснику NEI-VFQ-25 и показателем послеоперационной МКОЗ

Шкалы анкеты	МКОЗ
Общая оценка зрения	$r = 0,86$
Зрение вдаль	$r = 0,54$
Цветоощущение	$r = 0,78$
Социальное функционирование	$r = 0,10$
Психическое здоровье	$r = 0,94$
Ролевые ограничения	$r = 0,57$
Зависимость от посторонней помощи	$r = 0,3$

Таким образом, оптимизированная технология микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения РОС характеризуется высокими показателями анатомо-функциональной эффективности. По результатам опросника NEI VFQ-25 выявлено, что после хирургического лечения не отмечается статистически значимых изменений анализируемых показателей. Однако после проведения субанализа данных в группе пациентов с прилеганием сетчатки было выявлено статистически достоверное повышение оценки пациентами общего состояния зрения. При этом анализ корреляций по Спирмену подтвердил соответствие большинства данных анкетирования значениям послеоперационной МКОЗ. Исходя из этого, оптимизированная технология микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения РОС характеризуется не только высокой анатомо-функциональной эффективностью, как было

продемонстрировано выше, но также и высоким уровнем удовлетворенности пациентов качеством жизни после проведенного лечения. Тем не менее, необходимо сравнение данной технологии с эписклеральным пломбированием как с «золотым» стандартом лечения локальных РОС.

4.2. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов лечения в основной и контрольной группах

Для проведения всестороннего сравнительного анализа между оптимизированной комбинированной микроинвазивной лазер-хирургической технологией и радиальным эписклеральным пломбированием оценивались анатомические (процент пациентов с прилеганием сетчатки после однократного хирургического вмешательства, процент рецидивов после хирургического лечения) и функциональные (ВГД, МКОЗ и НКОЗ, роговичного астигматизма, сферического компонента рефракции, сферэквивалента, ПЗО) показатели.

4.2.1. Данные предоперационного обследования пациентов в основной и контрольной группах

Функциональные показатели в основной и контрольной группах были следующими:

-МКОЗ в основной группе составила в среднем $0,8 \pm 0,14$, в контрольной группе данный показатель составил в среднем $0,8 \pm 0,12$;

-дооперационные значения ВГД в основной группе составили в среднем $15,9 \pm 2,34$ мм.рт.ст., в контрольной $16,2 \pm 2,51$ мм.рт.ст. соответственно (Таблица 10).

Таблица 10 - Распределение пациентов основной и контрольной группы по дооперационным значениям функциональных показателей

МКОЗ	Основная группа		Контрольная группа		р
	абс.	%	абс.	%	
0,5 – 0,6	10	23,26	10	24,39	>0,05
0,7 – 0,8	23	53,49	22	53,66	
0,85 -1,0	10	23,26	10	24,39	
ВГД, мм.рт.ст.					
10-13	7	16,28	5	12,2	>0,05
13,1 – 16,1	17	39,53	18	43,9	
16,2 – 19,2	16	37,21	14	34,15	
19,2 – 22,2	3	6,98	4	9,76	

По данным ультразвукового В-сканирования среднее значение высоты отслойки сетчатки в основной группе (I) составила $4,59 \pm 2,47$ мм, в контрольной (II) $4,96 \pm 2,11$ мм (Таблица 11).

Таблица 11 - Распределение пациентов основной и контрольной групп по высоте отслойки сетчатки

Высота отслойки сетчатки, мм.	Основная группа		Контрольная группа		р
	абс.	%	абс.	%	
1,0 – 3,1	13	37,71	11	26,83	> 0,05
3,2 – 5,3	12	29,27	10	24,39	
5,4 – 7,5	11	26,83	13	31,71	
7,6 – 9,7	5	12,2	7	17,07	

Основные характеристики рефракционных и биометрических показателей в I и II группе были следующими:

- дооперационные значения сферозвивалента (СЭ) составили в среднем - $1,73 \pm 2,68$ дптр в основной группе и $-1,59 \pm 2,54$ дптр в контрольной;

- средние значения роговичного астигматизма составили $-1,06 \pm 0,86$ дптр в основной группе и $-1,09 \pm 0,88$ дптр в контрольной;

- длина передне-задней оси составила в среднем $25,17 \pm 1,35$ мм в основной группе и $25,25 \pm 1,34$ мм в контрольной группе (Таблица 12).

Таблица 12 - Распределение пациентов основной и контрольной группы по рефракционным и биометрическим показателям

Сферозвивалент, дптр	Основная группа		Контрольная группа		p
	абс.	%	абс.	%	
-6,5 до -3,1	15	34,9	12	29,27	> 0,05
-3,0 до 0	15	34,9	14	34,15	
0,1 до 3,5	13	31,7	15	36,59	
Роговичный астигматизм, дптр					
-3,5 до -2,5	5	11,6	5	12,2	> 0,05
-2,4 до -0,75	19	44,2	18	43,9	
-0,74 до 0	19	44,2	18	43,9	
Аксиальная длина, мм.					
22 - 24	10	23,26	7	17,07	> 0,05
24,1 – 26,1	21	48,8	18	43,9	
26,2 – 28,2	12	27,91	16	39,02	

4.2.2. Сравнительный анализ анатомической эффективности лечения между группами

Анатомическая эффективность оперативного вмешательства в основной (I) и контрольной (II) группах оценивались в соответствии с международными критериями, включающими оценку процента пациентов с полным прилеганием сетчатки после однократного хирургического вмешательства, а также процент рецидивов. Полное прилегание сетчатки было достигнуто у 40 пациентов (93%) основной группы и 39 пациентов (95,12%) контрольной группы соответственно. Рецидивы встречались у 3 пациентов (7,5%) основной группы и 5 пациентов (12,2%) контрольной группы. Таким образом группы были сопоставимы по показателю анатомической эффективности (Рисунок 23).

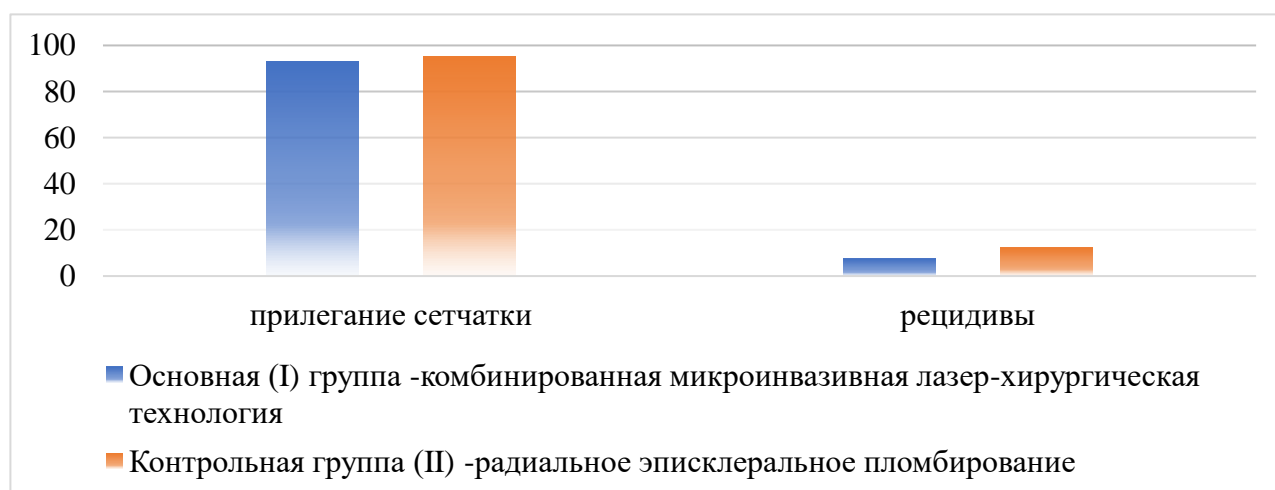


Рисунок 23 - Процент пациентов с прилеганием сетчатки и рецидивами после операции в основной и контрольной группах

При анализе сроков возникновения рецидивов было обнаружено, что рецидивы в основной группе формировались в 2 случаях (4,7%) - через 6 месяцев после хирургического вмешательства и в 1 случае (2,3%) – через год после операции. В контрольной группе рецидивы в 1 случае (2,4%) встречались в срок до 1 месяца после операции, в 3 случаях (7,3%) в 3 месяца после хирургии и в 1 случае (2,4%) в 6 месяцев после проведенного лечения (Таблица 13).

Таблица 13 - Анализ частоты возникновения рецидивов заболевания в различные сроки после хирургического лечения

Сроки наблюдения	Основная группа (n=43)		Контрольная группа (n=41)	
	абс.	%	абс	%
До 1 месяца	-	-	1	2,44
2 месяца	-	-	-	-
3 месяца	-	-	3	7,32
6 месяцев	2	4,7	1	2,44
1 год	1	2,3	-	-
Всего рецидивов	3	6,98	5	-

4.2.3. Сравнительный анализ функциональной эффективности лечения между группами

В ходе сравнительного анализа функциональных показателей после лечения между основной (I) и контрольной (II) группами выявлено отсутствие статистически значимой разницы показателей ВГД и МКОЗ. В то же время выявлено статистически достоверное снижение НКОЗ после проведения радиального эписклерального пломбирования (Таблица 14). Снижение НКОЗ в контрольной группе в свою очередь связано с изменением рефракционных показателей, как будет продемонстрировано ниже. Отмечается отсутствие изменений показателей рефракции до и после лечения в основной группе и статистически значимое изменение рефракции в контрольной группе, характеризующееся увеличением показателей роговичного астигматизма, сферозэквивалента и миопизацией пациентов. В то же время изменения передне-задней оси глаза в основной и контрольной группах до и после хирургического вмешательства не отмечаются (Таблица 15).

Таблица 14 - Динамика изменений функциональных показателей до и после лечения в основной и контрольной группах

Показатель	Основная группа		р	Контрольная группа		р
	До лечения	После лечения		До лечения	После лечения	
МКОЗ	0,77 ± 0,14	0,78 ± 0,13	0,57	0,82 ± 0,12	0,80 ± 0,12	0,09
НКОЗ	0,53 ± 0,26	0,54 ± 0,26	0,15	0,80 ± 0,13	0,27 ± 0,14	0,002
ВГД, мм.рт.ст.	15,9 ± 2,33	16,1 ± 2,25	0,24	16,2 ± 2,5	16,4 ± 2,4	0,28

Таблица 15 - Динамика изменений рефракционных показателей и ПЗО до и после лечения в основной и контрольной группах

Показатель	Основная группа		р	Контрольная группа		р
	До лечения	После лечения		До лечения	После лечения	
СЭ, дптр	-1,84±2,37	-1,81±2,34	0,13	-1,46±2,34	-2,85±1,67	0,0001
Роговичный астигматизм, дптр	-1,06±0,85	-1,05±0,84	0,15	-1,08±0,88	-1,73±0,89	0,003
Сферический компонент рефракции, дптр	-1,42±2,51	-1,39±2,46	0,25	-1,58±2,83	-2,16±2,64	0,007
ПЗО, мм	25,24±1,34	25,23±1,34	0,12	25,4±1,44	25,43±1,49	0,28

Таким образом, сравнительный анализ анатомо-функциональных результатов лечения в основной и контрольной группах выявил сопоставимые показатели анатомической эффективности. В группах также не отмечалось изменений ПЗО в до- и послеоперационном периодах. В то же время отмечается

статистическое значимое снижение НКОЗ в контрольной группе, обусловленное изменениями рефракционных показателей.

Резюмируя результаты оценки оптимизированного метода лечения РОС, была выявлена высокая анатомической эффективностью (93%) технологии с полным устранением тракционного компонента, что подтверждается данными широкопольного ОКТ. При этом клинически значимые осложнения в основной группе были выявлены всего в 3 случаях - вследствие миграции газа в субретинальное пространство у 2-х пациентов и формирования эпиретинальной мембраны после хирургического вмешательства у одного пациента. Неудачи хирургического лечения ассоциировались с наличием у пациента артификации, высокой отслойки сетчатки, а также ретинального разрыва, превышающего по размеру 1 часовой меридиан глазного дна. Помимо высокой анатомической эффективности стоит отметить отсутствие изменений функциональных показателей, а также высокий уровень удовлетворенности пациентов качеством жизни по разным шкалам опросника NEI-VFQ-25. Полученные в ходе анкетирования данные соответствуют показателю МКОЗ, что подтверждается корреляционным анализом по Спирмену. Анализ клинико-функциональных результатов лечения основной группы в сравнительном аспекте с радиальным эписклеральным пломбированием выявил сопоставимые показатели анатомической эффективности между группами, статистически достоверное изменение показателей НКОЗ, цилиндрического и сферического компонентов рефракции в контрольной группе и отсутствие ухудшений функциональных показателей до и после лечения в основной группе, что демонстрирует высокий функциональный результат лечения при помощи оптимизированной комбинированной микроинвазивной лазер-хирургической технологии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время регматогенная отслойка сетчатки является одним из наиболее актуальных заболеваний в офтальмологии, требующим неотложного хирургического вмешательства. Решающими факторами, влияющими на послеоперационную остроту зрения являются длительность и распространённость отслойки сетчатки, а также степень вовлечения макулярной зоны [158]. Соответственно, своевременное проведение хирургического лечения локальных РОС с сохранной макулярной зоной во многом определяет исход заболевания [171]. При этом критериями эффективности выбранного метода лечения являются не столько первичный анатомический успех, сколько влияние оперативного вмешательства на зрительные функции и стабильность полученного результата. По мнению Kuhn F. с соавторами (2014) эффективность лечения в долгосрочной перспективе определяется влиянием различных хирургических методов на тракционный компонент [123]. Главенствующая роль тракционного компонента в развитии РОС подтверждается тем, что не все разрывы сетчатки приводят к развитию ее отслойки [65,154]. Известно, что вероятность развития отслойки сетчатки при наличии дырчатого бессимптомного разрыва составляет в среднем 0,5% в течение 10 лет [66,79,149,201]. В то же время, клапанные разрывы сетчатки, ассоциированные, как известно, с тракционным компонентом, приводят к развитию РОС в 35-47% случаев [60].

Хирургические методы лечения локальной РОС оказывают различное влияние на тракционный компонент. Эписклеральное пломбирование является «золотым» стандартом лечения локальных отслоек сетчатки, что связано с его большей первичной анатомической эффективностью ввиду большего влияния на тракционный компонент, по сравнению с ПРП. В то же время, ЭСП демонстрирует самый высокий процент осложнений, среди которых, безусловно, наибольшее влияние на зрительные функции оказывают рефракционные изменения (68,4%),

связанные с наличием постоянного импланта, деформирующего глазное яблоко [102]. Пневморетинопексия в свою очередь характеризуется меньшим процентом осложнений, сохранением исходных зрительных функций, возможностью проведения операции в амбулаторных условиях, быстрой реабилитацией пациентов и низкой стоимостью операции, что важно как для пациента, так и для системы здравоохранения в целом. Исходя из вышесказанного, разработка мер по устранению тракционного компонента при проведении ПРП позволило бы сделать ее операцией выбора при наличии локальных РОС, определенной локализации у пациентов с изначально высокими зрительными функциями и интактной макулярной зоной.

На данный момент особенно перспективными представляются микроинвазивные методы лечения РОС [33,10,9]. Развитие данных методов привели к появлению способа комбинированного микроинвазивного лазер-хирургического лечения локальных РОС, состоящего из трех этапов: 1) ИАГ-лазерной ретиномии; 2) пневморетинопексии (12% С3F8); 3) барьерной лазеркоагуляции вокруг ретинального разрыва. Анализ первых результатов применения данного способа лечения показал его высокую эффективность [47]. К ограничениям способа можно отнести проведение ретиномии без учета точной локализации и протяжённости ВРС, в результате чего тракционный компонент может быть удален не полностью, отсутствие расчёта оптимального объёма газа при проведении газовой тампонады, а также отсутствие мер по профилактике ранних и поздних рецидивов заболевания, что может значительно снижать общую эффективность технологии.

В соответствии с существующими нерешёнными проблемами, а также потребностью в развитии микроинвазивных патогенетически ориентированных технологий была сформулирована цель настоящего исследования - на основе современных методов широкопольной визуализации периферического витреоретинального интерфейса разработать оптимизированную микроинвазивную комбинированную лазер-хирургическую технологию для

повышения клинико-функциональных результатов лечения локальной регматогенной отслойки сетчатки.

Для выполнения поставленной цели необходимо было при помощи методов широкопольной визуализации периферического витреоретинального интерфейса определить точную локализацию и протяжённость ВРС для повышения анатомической эффективности технологии; разработать методику определения оптимального объёма газовой смеси для достижения полноценной адаптации сетчатки; провести оценку периферического витреоретинального интерфейса в разные сроки после хирургического вмешательства с использованием широкопольной ОКТ для профилактики рецидивов заболевания; оценить клинико-функциональные результаты лечения по оптимизированной микроинвазивной лазер-хирургической технологии, в том числе и в сравнительном аспекте с радиальным эписклеральным пломбированием.

В ходе диагностического этапа проводился анализ периферического витреоретинального интерфейса 88 пациентов (88 глаз), включающих 43 пациента (43 глаза) с локальной РОС и 45 пациентов (45 глаз) с изолированными клапанными разрывами. При помощи методов широкопольной визуализации, включающих оптическую когерентную томографию и мультиспектральное лазерное сканирование, определялась локализация ВРС, проводилось дифференцирование клапанных разрывов по форме, определение взаимосвязи между локализацией ВРС и формой клапанного разрыва. Широкопольная ОКТ проводилась в продольном, поперечном направлениях, а также по меридианам для точного определения локализации ВРС. Полученные данные переносились на изображение широкопольного МЛС и использовались для планирования первого этапа технологии – ИАГ-лазерной ретинотомии - для осуществления топографически ориентированного иссечения зоны ВРС. Таким образом достигалось полное устранение тракционного компонента и, соответственно, профилактика ранних рецидивов заболевания, связанных с возобновлением тракционного воздействия. Также в ходе диагностического этапа на основании предоперационных значений

высоты отслойки по данным ультразвукового В-сканирования, а также площади формируемого ретинального дефекта по данным широкопольной МЛС определялся необходимый объём газовой смеси при помощи математического моделирования. Для этого проводился геометрический анализ контакта пузырька газовой смеси с отслоенной зоной сетчатки и определялась степень деформации пузырька газовой смеси при контакте с сетчаткой.

В послеоперационном периоде при помощи широкопольной ОКТ проводилось сканирование периферического витреоретинального интерфейса для обнаружения дополнительных зон ВРС, оценки степени ЗОСТ и, основываясь на полученных данных, формирование оптимальных сроков послеоперационного наблюдения.

Хирургический этап базировался на анализе анатомо-функциональных результатов лечения 84 пациентов со «свежей» локальной РОС вследствие клапанного разрыва. Для этого пациенты были разделены в две клинические группы. В основную (I) группу вошли 43 пациента (43 глаза) прооперированных по оптимизированной технологии микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения РОС. Из них 21 женщина и 22 мужчины. Средний возраст составил $51,12 \pm 8,1$ лет. Контрольную (II) группу составила ретроспективная выборка, состоящая из 41 пациента (41 глаза), прооперированных методом радиального эписклерального пломбирования. Из них 20 женщин и 21 мужчины. Средний возраст в контрольной группе составил $56,39 \pm 7,14$ лет. Критерии включения в клинические группы были следующие: наличие одного или нескольких клапанных разрывов, расположенных в одном часовом меридиане (30°); локализация разрыва с 9-го по 3-й меридиан глазного дна; отсутствие существенного нарушения прозрачности оптических сред, препятствующее визуализации глубже лежащих структур и проведению методов лечения; возможность сохранения пациентом вынужденного положения головы в течение 7-9 дней после введения газовой смеси; интактная макулярная зона и исходно

высокая МКОЗ. Критерии исключения: пациенты с разрывами, локализованными в нижней полусфере глазного дна (с 3-го по 9-й часовой меридиан); гигантскими клапанными разрывами сетчатки; множественными разрывами, расположенными в разных квадрантах глазного дна; пациенты с острыми и хроническими воспалительными заболеваниями переднего и заднего отрезка глаза; пациенты с лечением отслойки сетчатки в анамнезе, а также пациенты с пролиферативной витреоретинопатией степени С или D по классификации терминологического комитета ретинального общества (The Retina Society Terminology Committee, 1983 г.).

По результатам диагностического этапа исследования было выявлено, что ВРС может локализоваться не только в зоне «язычка» клапанного разрыва, но также выходить за его пределы. Выявление зоны ВРС за пределами клапанного разрыва играет важную стратегическую роль в тактике хирургического лечения, поскольку в таком случае проведение ретинотомии только в основании клапанного разрыва не позволит произвести полноценное устранение тракционного воздействия, что в свою очередь может отразиться на анатомической эффективности технологии. Кроме того, проведение периферической ОКТ позволяет оценить взаимное расположение ВРС и прилежащих ретинальных сосудов в зоне клапанного разрыва и избежать неоправданного проведения ангиотомии, тем самым снижая риск геморрагических осложнений. Также было выявлено, что локализация ВРС непосредственно влияет на конфигурацию клапанного разрыва. Для подтверждения наличия взаимосвязи между формой клапанного разрыва и локализацией ВРС проводился корреляционный анализ по Спирмену. Для определения формы клапанного разрыва на МЛС при помощи встроенного в программное обеспечение измерителя определялась длина (l) и ширина (b) разрыва и вычислялось их соотношение. Затем форма клапанного разрыва сопоставлялась с локализацией ВРС для выявления взаимосвязей. Корреляционный анализ подтвердил наличие сильной отрицательной взаимосвязи между формой клапанного разрыва и локализацией ВРС. В соответствии с этим,

чем меньше длина разрыва и больше его ширина, тем большую площадь занимало ВРС. Для дифференцирования клапанных разрывов по форме использовался метод иерархической кластеризации с составлением дендрограммы по Уорду. В ходе данного анализа было выявлено 4 формы клапанных разрывов, каждой из которых соответствует определенная локализация и протяжённость ВРС:

- l/b более $2/1$ - зона ВРС составляет $1/4$ от длины «язычка» клапанного разрыва;
- l/b равное $2/1 - 3/2$ - ВРС занимает $3/4$ от длины «язычка» клапанного разрыва;
- l/b равное $3/2 - 1/1$ - ВРС занимает всю проекцию «язычка» клапанного разрыва;
- l/b менее $1/1$ - ВРС занимает всю зону «язычка» клапанного разрыва и такую же по площади зону, дистальнее его основания.

Выявленные корреляции позволяют проводить ИАГ-лазерную ретинотомию с полноценным устранением ВРС без дополнительного проведения широкопольной ОКТ в тех случаях, когда ее проведение невозможно вследствие отсутствия необходимого оборудования или при затруднении визуализации (наличие у пациента артефакции, затруднение фиксации взгляда). Таким образом результаты, полученные в ходе анализа характера витреоретинальных взаимоотношений, позволяют расширить область применения оптимизированной технологии микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения локальной РОС и тем самым повысить ее практическую значимость. Также в рамках диагностического этапа был проведен анализ взаимосвязи между протяжённостью ВРС и наличием отслойки сетчатки, в ходе которого выявлено, что чем большую площадь по отношению к клапанному разрыву составляет ВРС, тем выше риск РОС и меньше риск формирования изолированных клапанных разрывов. С этой точки зрения разрывы с соотношением длины к ширине менее, чем $1/1$ представляются наиболее опасными, что также важно учитывать при лечении пациентов с клапанными разрывами.

Для определения необходимого объёма газовой смеси в рамках второго этапа технологии были проанализированы 43 пациентов (43 глаза) с РОС. Учитывались значения высоты (h) отслойки сетчатки по данным ультразвукового В-сканирования, а также площадь (S) формируемого разрыва сетчатки по данным широкопольной МЛС. В качестве тампонирующего агента применяли газоздушную смесь с 12% перфторпропаном (C₃F₈) с молекулярной массой газа 188. Объёма газовой смеси должно быть достаточно для закрытия ретинального разрыва, чтобы блокировать поступление жидкости из стекловидного тела в субретинальное пространство. Максимальная ширина разрыва не должна превышать 1 меридиан глазного дна (30°) в связи с риском миграции газа в субретинальное пространство. В таком случае длина дуги окружности вычисляется по формуле:

$L = \pi R a / 180$, где L – длина окружности; R – радиус окружности; a – угол в градусах.

При среднем значении диаметра глаза в 23,3 мм, радиус составляет 11,65 мм. Соответственно, длина разрыва не должна превышать 6 мм.

На основании выявленных ранее корреляций между формой клапанного разрыва и протяжённостью ВРС, а также разработанной системой классификации клапанных разрывов по соотношению длины к ширине (l/b), были рассчитаны значения площади для каждой из форм клапанных разрывов при максимально допустимом значении ширины разрыва (6 мм). Вычисление площади проводилось с помощью определенного интеграла с использованием графика функций: $y = -4l/b^2x^2 + 1$, где l – длина разрыва, b – ширина разрыва. В результате расчётов определено, что минимальная площадь ретинального дефекта формируется при соотношении $l/b < 2/1$ и составляет 18 мм². Для определения объёма, необходимого для закрытия 18 мм² проводился анализ деформации газовой смеси в зоне ретинального разрыва, а также геометрический анализ контакта пузырька газовой смеси с отслоенной сетчаткой в зоне разрыва. По результатам данного анализа, безопасное значение деформации газовой смеси, не

оказывающей влияния на коллагеновые волокна стекловидного тела, составляет 0,72, что соответствует радиусу пузырька газовой смеси в 5 мм. Для формирования пузырька газовой смеси радиусом в 5 мм необходимо 0,5 мл газовой смеси, что и было определено как минимально эффективный объём. Для получения практически применимой методики расчёта достаточного объёма газовой смеси, с учетом обоснования минимального объёма 0,5 мл, применялась полиномиальная регрессия 2-го порядка по высоте и площади ретинального разрыва для достижения контакта пузырька с площадью ретинального разрыва в зоне отслойки.

Объём газо-воздушной смеси с 12% C₃F₈ в мл вычисляли по формуле:

$$V=0,0528H+0,0528\sqrt{S} - 0,005H\sqrt{S} + 0,4682 \text{ мл}$$

где H - высота отслойки, мм; S – площадь отслойки, мм²; $\sqrt{}$ - квадратный корень.

Введение газовой смеси с использованием вышеуказанной методики проводилось для всех пациентов основной группы. У пациентов было достигнуто прилегание сетчатки и не отмечалось повышения уровня ВГД в послеоперационном периоде, а также ранних рецидивов заболевания, связанных с формированием новых разрывов сетчатки, что подтверждает эффективность и безопасность газовой тампонады с использованием данного способа расчёта.

Для реализации третьего этапа оптимизации технологии (профилактики рецидивов заболевания) всем пациентам в послеоперационном периоде проводилась широкопольная ОКТ с целью определения дополнительных зон ВРС и оценки состояния ЗОСТ. Широкопольное сканирование проводилось в 8 зонах периферии глазного дна: верхней, нижней, темпоральной, верхне- и нижне-темпоральной, назальной, верхне- и нижне-назальной. Тщательное сканирование периферии сетчатки в послеоперационном периоде позволило обнаружить дополнительные участки ВРС, не выявляемые офтальмоскопически у 15 пациентов (37,5%). При этом у 4 пациентов (10%) данные зоны выявлялись в раннем

послеоперационном периоде, локализовались непосредственно в зоне отслоенной сетчатки и не визуализировались до ее прилегания. У остальных 11 пациентов (27,5%) дополнительные тракции обнаруживались в срок от 4 до 15 месяцев. Всем пациентам с выявленными дополнительными участками ВРС проводилась барьерная ЛКС по стандартной методике. Рецидивов у данных пациентов не возникло за весь период наблюдения. Для проведения оценки влияния различных факторов риска на возникновение дополнительных тракций в сроки до 2-х лет после хирургического вмешательства была построена множественная линейная регрессионная модель. Значимыми предикторами возникновения дополнительных тракций были определены миопия более 6,25 диоптрий и аксиальная длина более 25 мм. Оценка выраженности степени ЗОСТ использовалась для формирования сроков наблюдения пациентов. Обнаружение полной ЗОСТ позволяло отнести пациента в группу низкого риска и увеличить сроки наблюдения до стандартного офтальмологического скрининга (1 раз в год). Исходя из вышесказанного, пациентам с миопией высокой степени и значением ПЗО более 25 мм рекомендованы более частые осмотры (1 раз в 3 месяца) по сравнению с остальными пациентами.

В рамках хирургического этапа исследования проводилась оценка эффективности оптимизированной технологии микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения РОС. Анализ клинико-функциональных результатов лечения основной группы продемонстрировал высокие анатомические результаты с полным прилеганием сетчатки у 40 пациентов (93%). Широкопольная ОКТ, проведенная в послеоперационном периоде, продемонстрировала отсутствие тракций в зоне оперативного вмешательства у всех пациентов. Полученные данные согласуются в части эффективности применения пневморетинопексии с результатами крупнейшего рандомизированного проспективного исследования PIVOT по сравнению эффективности между пневморетинопексией и витрэктомией. По результатам 4-х летнего проведения данного исследования отмечается анатомический успех после

первой операции равный 80,8%, и 98,7% - после повторного проведения пневморетинопексии [107]. Однако стоит отметить, что в исследовании PIVOT в 17,9% случаев потребовалась повторная операция для достижения высокого анатомического результата. По данным различных авторов, необходимость повторного вмешательства варьируется от 4% до 50% случаев [130]. Результаты проведенного исследования демонстрируют эффективность после одной операции равную 93% с достижением стабильного анатомо-функционального результата, что можно связать с устранением тракционного воздействия и полноценной адаптацией сетчатки.

Прилегания сетчатки не удалось достичь у 3 пациентов (7%). Неудачи оперативного лечения в настоящем исследовании были связаны с наличием у пациентов артефакции, высокой отслойки сетчатки и нескольких клапанных разрывов. Так, у одного пациента с артефакцией зона ВРС по данным ОКТ-сканирования занимала всю проекцию клапанного разрыва. Это требовало проведения этапа лазерной ретиномии на крайней периферии сетчатки, что, учитывая особенности фокусировки ИАГ-лазерного излучения, технически невозможно при наличии интраокулярной линзы. Таким образом, область сетчатки с наличием ВРС была иссечена частично, и полного устранения тракционного компонента достичь не удалось. Тем не менее, у остальных пациентов с артефакцией (n=2) отмечалось успешное выполнение ИАГ-лазерной ретиномии при локализации ВРС на верхушке «язычка» клапанного разрыва, что не препятствовало проведению лазерного этапа технологии. Стоит отметить, что накопленного объема наблюдения таких пациентов пока недостаточно для формирования обоснованных выводов о применении данной технологии у пациентов с артефакцией. Однако очевидно, что на предоперационном этапе хирургом должны оцениваться границы предполагаемой ретиномии, и в случае невозможности иссечения всей зоны ВРС предпочтение следует отдать другим методам лечения РОС. Кроме того, многочисленные исследования также демонстрируют худший анатомический результат после пневморетинопексии у

пациентов с артифакцией по причине большого количества невыявленных разрывов, несмотря на совершенствование современных методов визуализации [49,190].

Миграция газа в субретинальное пространство является известным, но редким осложнением пневморетинопексии, встречающимся в 1-5% случаев [63,99]. Hilton G., Tornambe P. и McDonald H. выявили, что любые разрывы сетчатки, превышающие по размерам 1 часовой меридиан связаны с повышенным риском появления множественных пузырьков газа по типу «fish eggs». В настоящем исследовании данное осложнение возникло у двух пациентов. В первом случае при наличии двух клапанных разрывов зона ВРС значительно выходила за их пределы. В результате чего после проведения этапа ретинотомии сформировался дырчатый разрыв сетчатки размерами более 1-часового меридиана, что, по-видимому, и послужило причиной миграции газа. Миграция газа в субретинальное пространство также произошла у пациента с высокой отслойкой сетчатки. В данном случае размеры ретинального разрыва после иссечения зоны ВРС были существенны ввиду наличия множественных тракций, выходящих за пределы клапанного разрыва, что и определило значимый объём иссекаемой ткани. Все описанные выше пациенты в дальнейшем были направлены на витрэктомию. Таким образом, при планировании хирургического вмешательства необходимо оценивать как начальные размеры клапанного разрыва, так и размеры ретинального дефекта, который будет сформирован в ходе выполнения ИАГ-лазерной ретинотомии. В том случае, если размеры ретинального разрыва превышают 1 часовой меридиан глазного дна, предпочтение следует отдать другим методам лечения РОС ввиду высокого риска миграции газа в субретинальное пространство.

Помимо анатомической эффективности, оптимизированная комбинированная микроинвазивная технология также характеризуется сохранением высоких функциональных показателей, что подтверждается отсутствием изменений МКОЗ и ВГД в послеоперационном периоде.

Рецидивы РОС в настоящем исследовании в трех (7,5%) случаях были связаны с формированием новых разрывов в нижней полусфере глазного дна в срок от 6-12 месяцев после хирургического лечения.

Осложнения в основной группе отмечались у 8 пациентов (18,6%). К интраоперационным осложнениям относились миграция газа в субретинальное пространство у 2-х пациентов (4,7%) и клинически незначимое кровоизлияние у 3-х пациентов (7%), полученное в ходе выполнения комбинированного пересечения ретинальных сосудов. Кровоизлияние останавливалось кратковременной (1-2 мин) компрессией линзой Гольдмана, не потребовало консервативной терапии, а также не отразилось на клинико-функциональных результатах лечения. К послеоперационным осложнениям относились формирования эпиретинальной мембраны у одного пациента (2,3%), а также персистенция субретинальной жидкости у 2-х (4,7%) пациентов. Субретинальная жидкость самостоятельно резорбировалась в течение 3-6 месяцев после проведенного лечения. Учитывая локализацию субретинальной жидкости на крайней периферии сетчатки, данное осложнение также не оказало влияния на клинико-функциональные результаты лечения. Таким образом выявлено всего 3 клинически значимых осложнения – миграция газа в субретинальное пространство и формирование ЭРМ. Возможные механизмы миграции газа в субретинальное пространство описаны выше. Формирование ретинального разрыва размерами менее одного часового меридиана позволит избежать данного осложнения. Развитие ЭРМ после газовой тампонады является редким осложнением, встречающимся в 4% случаев. Для сравнения, формирование ЭРМ возникает в 8% случаев после витрэктомии и в 12% после эписклерального пломбирования [102,208]. В проведенном исследовании ЭРМ возникла у одного из 43 пациентов, прооперированных методом оптимизированной технологии, что не позволяет считать данное осложнение прямым следствием проведенного лечения.

Для оценки уровня качества жизни пациентов основной группы использовались методы анкетирования с помощью русскоязычной,

валидизированной версии медицинского опросника «National eye institute visual function questionnaire-25» (NEI-VFQ-25). Опросник NEI-VFQ-25 предназначен для офтальмологии и состоял из 25 вопросов, разделенных на следующие 11 шкал: «общее состояние здоровья», «общая оценка зрения», «глазная боль», «зрение вдаль», «зрение вблизи», «периферическое зрение», «цветоощущение», «социальное функционирование», «психическое здоровье», «ролевые ограничения», «зависимость от посторонней помощи».

Для расчёта по шкале использовали стандартный алгоритм «шкала Ликерта» в диапазоне от 0 (минимальное значение) до 100 баллов (максимальное), что соответствует полному здоровью. Оценка проводилась до и после оперативного лечения при помощи непараметрического критерия Уилкоксона.

Результаты анкетирования показали высокие балльные значения по всем шкалам и отсутствие статистически значимых различий в полученных результатах до и после лечения. Суммарный балл по всем шкалам опросника после хирургического вмешательства составил 88. Для сравнения, по данным литературы, суммарный балл составляет 79,49 после эписклерального пломбирования, 73,62 после витрэктомии и 87,9 после пневморетинексии [107,128,143,94]. Для дифференцирования результатов опроса пациентов, у которых достигнуто прилегание сетчатки от пациентов направленных на витрэктомию, проводился субанализ данных анкетирования пациентов с положительным анатомическим результатом (n=40). В ходе данного субанализа было выявлено статистически значимое повышение общей оценки зрения после лечения. С целью объективизации, полученные данные сопоставлялись со значением МКОЗ при помощи корреляционного анализа по Спирмену. Корреляционный анализ выявил сильную прямую взаимосвязь по показателям цветоощущения, общей оценки зрения и психического здоровья, среднюю прямую взаимосвязь по показателям зрения вдаль и ролевых ограничений и слабую взаимосвязь по показателям социального функционирования и зависимости от

посторонней помощи. Таким образом корреляционный анализ подтвердил соответствие большинства данных анкетирования значениям МКОЗ.

Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов лечения в основной (I) и контрольной (II) группах показал полное прилегание сетчатки в 93% случаев в основной группе и в 95% случаев в контрольной группе соответственно. Таким образом группы были сопоставимы по анатомической эффективности. Значения МКОЗ, ВГД и ПЗО в пред- и послеоперационном периодах также не отличались. Однако в группе пациентов, прооперированных методом радиального эписклерального пломбирования, отмечалось значимое снижение НКОЗ, связанное с изменениями рефракционных показателей, таких как сферэквивалент, сферический и цилиндрический компоненты рефракции. Соответственно, несмотря на сопоставимые анатомические результаты лечения в группах, у пациентов, прооперированных при помощи оптимизированной комбинированной микроинвазивной технологии отмечаются более высокие зрительные функции после операции по сравнению с группой контроля.

Резюмируя вышесказанное, использование мультимодальной диагностики, включающей ультразвуковое В-сканирование, широкопольные ОКТ и МЛС позволяют оптимизировать технологию микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения РОС путём: выявления локализации ВРС для последующего планирования ИАГ-лазерной ретиномии; определения необходимого объёма газовой смеси, достаточного для адаптации сетчатки; проведения оценки периферического витреоретинального интерфейса для выявления дополнительных зон с тракционным компонентом, снижения риска поздних рецидивов заболевания, а также формирования оптимальных сроков послеоперационного наблюдения. Выявленная в ходе оптимизации взаимосвязь между формой клапанного разрыва и локализацией ВРС позволяет проводить оперативное вмешательство без необходимости предварительного широкопольного сканирования и, таким образом, внедрить данное лечение в широкую офтальмологическую практику. Оптимизированная технология

микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения РОС характеризуется высоким анатомическим результатом, низким процентом рецидивов и клинически значимых осложнений. Ключевой особенностью технологии является влияние непосредственно на основное патогенетическое звено РОС – тракционный компонент, полная ликвидация которого осуществляется при минимальном операционном воздействии. Устранение тракционного компонента позволяет снизить риск ранних рецидивов заболевания и тем самым сохранить полученный высокий клинико-функциональный результат. В сравнении с радиальным эписклеральным пломбированием представленная технология характеризуется лучшими значениями функциональной эффективности лечения в части отсутствия изменений рефракционных показателей и более высокой НКОЗ. Отличительной особенностью данной технологии также является сохранение исходно высоких зрительных функций, ускоренный период реабилитации и возможность проведения операции в амбулаторных условиях, что существенно улучшает удовлетворённость пациентов проведенным лечением и качеством жизни.

ВЫВОДЫ

1. При помощи методов широкопольной визуализации периферического витреоретинального интерфейса, включающих ОКТ и МЛС, определено четыре варианта локализации ВРС, а также разработан способ определения локализации и протяжённости ВРС исходя из формы клапанного разрыва. Использование полученных данных при проведении ИАГ-лазерной ретиномии позволяет проводить минимально достаточное лазерное воздействие с полным устранением тракционного компонента.
2. Разработанная математическая модель для расчёта необходимого объёма газовоздушной смеси, основанная на высоте отслойки сетчатки по данным ультразвукового В-сканирования, а также площади формируемого ретинального разрыва по данным широкопольной МЛС, позволяет обеспечить адаптацию сетчатки, а также существенно снизить риск осложнений и индуцирования газовоздушным пузырем новых ретинальных разрывов, приводящих к ранним рецидивам заболевания.
3. Анализ состояния периферического витреоретинального интерфейса при помощи широкопольной ОКТ позволяет формировать оптимальные сроки послеоперационного наблюдения, выявлять дополнительные зоны с тракционным компонентом и своевременно проводить дополнительную барьерную ЛКС, обеспечивая стабильность полученного результата и снижение рисков рецидивирования заболевания.
4. Оптимизированная технология комбинированного микроинвазивного лазер-хирургического лечения локальной РОС характеризуется высокими клинико-функциональными результатами с полным прилеганием сетчатки в 93% случаев, отсутствием ухудшений функциональных показателей (НКОЗ, МКОЗ, ВГД), низким процентом клинически значимых осложнений (7%), что

подтверждает ее эффективность и безопасность, а также высоким уровнем удовлетворенности пациентов качеством жизни после проведенного лечения.

5. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов лечения между предложенной технологией и радиальным эписклеральным пломбированием продемонстрировал сопоставимые значения анатомической эффективности между группами и отсутствие изменений рефракционных показателей в группе оптимизированной технологии, а также более высокий уровень НКОЗ (0,5 и 0,3 соответственно; $p < 0,05$) по сравнению с радиальным эписклеральным пломбированием.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Всем пациентам с локальной РОС, помимо общепринятых методов обследования, необходимо проведение широкопольной ОКТ для точного определения локализации и протяжённости ВРС. Полученные данные переносятся на изображение МЛС, где отмечаются границы проведения ИАГ-лазерной ретиномии.
2. При невозможности проведения широкопольных методов визуализации периферического витреоретинального интерфейса, предполагаемые границы ретиномии определяются исходя из формы клапанного разрыва в соответствии со следующим правилом:
 - При соотношении длины к ширине разрыва более чем $2/1$ необходимо отсечь $1/4$ от длины «язычка» клапанного разрыва;
 - При соотношении длины к ширине разрыва $2/1 - 3/2$ необходимо отсечь $3/4$ от длины «язычка» клапанного разрыва;
 - При соотношении длины к ширине разрыва $3/2 - 1/1$ необходимо отсечь весь «язычок» клапанного разрыва;
 - При соотношении длины к ширине разрыва менее $1/1$ необходимо отсечь весь «язычок» клапанного разрыва и такую же зону дистальнее его основания.
3. При проведении ИАГ-лазерной ретиномии размер формируемого дырчатого разрыва сетчатки не должен превышать одного часового меридиана глазного дна ввиду высокого риска миграции газа в субретинальное пространство.
4. У пациентов с артификацией, а также непрозрачными оптическими средами на дооперационном этапе должна оцениваться техническая возможность полноценного ИАГ-лазерного иссечения участка сетчатки с ВРС. Если

интраокулярная линза или выраженное помутнение оптических сред могут создать техническое препятствие для проведения первого этапа лечения, следует отдать предпочтение другим методам лечения РОС.

5. Для профилактики осложнений газовой тампонады, заключающихся в формировании дополнительных разрывов сетчатки и подъёмах ВГД, перед проведением второго этапа технологии следует рассчитать объём газоздушной смеси. Для этого определяется высота отслойки по данным ультразвукового В-сканирования, а также площадь формируемого ретинального дефекта при помощи широкопольной МЛС. Объём газоздушной смеси вычисляется по формуле $V=0,0528H+0,0528\sqrt{S} - 0,005H\sqrt{S} + 0,4682$ мл с использованием полученных данных.
6. В послеоперационном периоде рекомендовано проведение широкопольного сканирования периферии сетчатки. Оценивается наличие дополнительных зон ВРС, а также выраженность ЗОСТ. При обнаружении участков с тракционным компонентом рекомендовано дополнительное проведение барьерной ЛКС вокруг выявленных патологических зон. При этом пациентам с аксиальной длиной более 25 мм и миопией более 6,25 диоптрий рекомендовано наблюдение раз в 3 месяца ввиду высокого риска формирования у данной группы пациентов дополнительных участков с тракционным компонентом. Пациентам с частичной ЗОСТ рекомендовано наблюдение каждые 6 месяцев до момента полной задней отслойки стекловидного тела. Пациенты с полной ЗОСТ, подтверждённой оптической когерентной томографией, должны быть отнесены в группу низкого риска рецидива заболевания. Осмотр таких пациентов проводится 1 раз в год.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВГД	внутриглазное давление
ВПМ	внутренняя пограничная мембрана
ВРС	витреоретинальное сращение
ВЭ	вitreэктомия
ЗОСТ	задняя отслойка стекловидного тела
ИОЛ	интраокулярная линза
ЛКС	лазеркоагуляция сетчатки
МКОЗ	максимально скорригированная острота зрения
МЛС	мультиспектральное лазерное сканирование
НКОЗ	некорригированная острота зрения
ОКТ	оптическая когерентная томография
ПВР	пролиферативная витреоретинопатия
ПВХРД	периферическая витреохориоретинальная дистрофия
ПРП	пневморетинопексия
РКИ	рандомизированное клиническое исследование
РОС	регрматогенная отслойка сетчатки
РПЭ	ретиальный пигментный эпителий
СЛО	сканирующая лазерная офтальмоскопия
СТ	стекловидное тело
СЭ	сферозквивалент
ЭРМ	эпиретинальная мембрана
ЭСП	эписклеральное пломбирование

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аветисов, С. Э. Офтальмология: Национальное руководство / С. Э. Аветисов и др. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – С. 17-26
2. Акопян, В. С. Первый опыт лазерной ретиальной хирургии / В. С. Акопян, Н. Н. Пивоваров, С. В. Глуходед. – Текст: непосредственный // Вестник офтальмологии. - 1989. - Т.105. № 3. - С. 28.
3. Алексеев, И. Б. Доклинические исследования нового заменителя стекловидного тела «Витреолон» / И. Б. Алексеев, А. Р. Коригодский, Е. Н. Иомдина [и др.]. – Текст: непосредственный // Российская детская офтальмология. – 2018. - № 2. – С. 36-41.
4. Алябьева, Ж. Ю. Новые горизонты сканирующей лазерной офтальмоскопии / Ж. Ю. Алябьева. – Текст: непосредственный // РМЖ. Клиническая Офтальмология. - 2005. - №1. - С. 4
5. Анисимов, А. А. Конфокальная лазерная сканирующая офтальмоскопия как дополнительный метод диагностики регматогенной отслойки сетчатки / А. А. Анисимов, Э. В. Бойко, С.В. Чурашов [и др.]. – Текст: непосредственный // Актуальные проблемы офтальмологии: VIII Всерос. науч. конф. молодых ученых: Сб. науч. работ / под ред. Б.Э. Малюгина. М.: Офтальмология - 2013. – С.300.
6. Анкудинова, С. В., Изменения оптической системы глаза после витрэктомии / С. В. Анкудинова, Л. И. Балашевич. – Текст: непосредственный // Катарактальная и рефракционная хирургия. – 2011. -Т.11, № 2., - С. 24 – 26.
7. Бойко, Э. В. Новые возможности оценки витреоретинальных взаимоотношений в диагностике регматогенной отслойки сетчатки: конфокальная лазерная сканирующая офтальмоскопия и оптическая когерентная томография / Э. В. Бойко, С. В. Чурашов, А. В. Ян, А. А.

- Анисимов. – Текст: непосредственный // Офтальмология. Восточная Европа. – 2014. - № 4 (23). – С.105-114.
8. Большунов, А. В. Влияние факторов риска на терапевтическую эффективность отграничивающей лазерной коагуляции при разрывах периферической сетчатки / А. В. Большунов, Т. С. Ильина, А. С. Родин [и др.]. – Текст: непосредственный // Офтальмохирургия и терапия. — 2001. — Т. 1, № 1. — С. 53–58.
 9. Володин, П. Л. Интрасклеральное пломбирование с использованием гелеобразного дренажного имплантата в лечении локальных регматогенных отслоек сетчатки / П. Л. Володин, И. М. Горшков, С. В. Колесник, Н. Г. Муравлева. – Текст: непосредственный // Современные технологии в офтальмологии. – 2017. – № 1. – С. 55-58.
 10. Горшков, И. М. Сравнительная оценка результатов хирургического лечения локальной регматогенной отслойки сетчатки методами интрасклерального и эписклерального пломбирования / И. М. Горшков, П. Л. Володин, С. В. Колесник, Н. Г. Муравлева. – Текст: непосредственный // Современные технологии в офтальмологии. – 2018. – № 1. – С. 79-82.
 11. Горшков, И. М., Бимануальная техника эндовитреальной хирургии 27-29G в лечении регматогенной отслойки сетчатки / И. М. Горшков, В. Д. Захаров, Н. С. Ходжаев [и др.]. – Текст: непосредственный // Офтальмохирургия – 2012. - № 2. – С. 6.
 12. Дога, А. В. Диагностическая ценность современных неинвазивных методов исследования периферического витреоретинального интерфейса в выборе тактики лечения больных с клапанными разрывами сетчатки / А. В. Дога, П. Л. Володин, Л. А. Крыль [и др.]. – Текст: непосредственный // Практическая медицина. - 2017. - Т.1, № 9. - С. 144-146.
 13. Дога, А. В. Лазерная ретиномия с использованием установки Ultra Q Reflex в профилактике регматогенной отслойки при осложненных

- клапанных разрывах сетчатки / А. В. Дога, П. Л. Володин, Л. А. Крыль [и др.]. – Текст: непосредственный // Офтальмология. - 2018. – Т.15, №1. - С.24-31.
14. Дога, А. В. Центральная серозная хориоретинопатия: современные аспекты диагностики и лечения / А. В. Дога, Г. Ф. Качалина, О. Б. Клепинина – Москва: Издательство «Офтальмология», 2017. – 224 С.
15. Еричев, В. П. Современные методы функциональной диагностики и мониторинга глаукомы. Часть 2. Диагностика структурных повреждений сетчатки и зрительного нерва / В. П. Еричев, С. Ю. Петров, И. В. Козлова [и др.]. – Текст: непосредственный // Национальный журнал глаукома. - 2015. - Т. 14, № 3. - С. 72–79.
16. Захаров, В. Д. Особенности микрохирургической техники при тампонаде витреальной полости легким силиконом в условиях афакии / В. Д. Захаров, Н. Е. Костина. – Текст: непосредственный // Офтальмохирургия – 2013 - №1. – С. 13-17.
17. Захаров, В. Д. Хирургическое лечение регматогенной отслойки сетчатки с пилингом внутренней пограничной мембраны / В. Д. Захаров, Д. О. Шкворченко, С. А. Какунина [и др.]. – Текст: непосредственный // Практическая медицина 2017 – Т. 2, № 9. - С. 91-96.
18. Захаров, В. Д. Эффективность пилинга внутренней пограничной мембраны на фоне силиконовой тампонады при регматогенной отслойке сетчатки / В. Д. Захаров, Д. О. Шкворченко, С. А. Какунина. – Текст: непосредственный // Таврический медико-биологический вестник. – 2018. – Т. 21, № 4. – С. 23-27.
19. Захаров, В.Д. Изучение анатомо-топографических особенностей строения витреоретинального интерфейса у пациентов с регматогенной отслойкой сетчатки в ходе хромовитректомии с использованием суспензии «Витреоконтраст» для интраоперационного контрастирования структур стекловидного тела / В. Д. Захаров, Н. М.

- Кислицына, С. В. Новиков, С. В. Беликова. – Текст: непосредственный // Современные технологии лечения витреоретинальной патологии. – 2012. - С.82
- 20.Зотов, В. В. Моноинструментальная 27-G витрэктомия в лечении пролиферативной диабетической ретинопатии / В. В. Зотов., Н. П. Паштаев., Н. А. Поздеева. – Текст: непосредственный // Современные технологии в офтальмологии - 2018. - №1. – С. 159-162.
- 21.Кислицына, Н. М. Анатомо-топографические особенности задней отслойки стекловидного тела при различной витреоретинальной патологии / Н. М. Кислицына, С. В. Новиков, С. В. Колесник, М. П. Веселкова. – Текст: непосредственный // Современные технологии в офтальмологии, – 2017. - №1. – С.123-126.
- 22.Кислицына, Н. М. Анатомо-топографические особенности стекловидного тела и витреоретинального интерфейса при отслойке сетчатки, осложненной пролиферативной витреоретинопатией / Н. М. Кислицына, С. В. Новиков, С. В. Колесник [и др.]. – Текст: непосредственный // Практическая медицина – 2017. – Т. 1, №9 – С. 150-157.
- 23.Кислицына, Н. М. Исследование структур стекловидного тела с помощью суспензии «Витреоконтраст» / Н. М. Кислицына, С. В. Новиков, А. В. Шацких, С. В. Колесник. – Текст: непосредственный // Офтальмохирургия. – 2014. - №4. - С. 66-70.
- 24.Кочергин, С. А. Некоторые аспекты применения сканирующей лазерной офтальмоскопии в диагностике офтальмопатологии / С. А. Кочергин, С. Ю. Слонимский, А. А. Овсянко, О. Д. Гупало. – Текст: непосредственный // Офтальмология. – 2017. – Т. 14. – № 3. – С. 227-232.
- 25.Крыль, Л. А. Возможности современных диагностических методов в изучении витреоретинального интерфейса при осложненных периферических разрывах сетчатки / Л. А. Крыль, А. В. Дога, П. Л.

- Володин [и др.]. – Текст: непосредственный // Современные технологии в офтальмологии. - 2017. - № 1. - С. 154-158.
26. Либман, Е. С. Состояние и динамика слепоты и инвалидности вследствие патологии органа зрения в России / Е. С. Либман, Е. В. Шахова. – Текст: непосредственный // Съезд офтальмологов России, 7-й: Тез. докл. – М., 2000; Ч. 2: С. 209-215.
27. Лыскин, П. В. Микроанатомия витреоретинальных взаимоотношений в аспекте практической хирургии / П. В. Лыскин, В. Д. Захаров, В. А. Письменская. – Текст: непосредственный // Сборник тезисов VIII Научно-практической конференции "Соврем. технологии лечения витреоретинальной патологии." – Москва, 2010. – С. 97- 98.
28. Лыскин, П. В. Новые данные о механизме витреоретинальной адгезии и задней отслойке стекловидного тела человека / П. В. Лыскин. – Текст: непосредственный // Российская детская офтальмология. – 2019. - №2. – С. 57-62.
29. Лыскин, П. В. Оценка безопасности бинарной тампонады витреальной полости в хирургическом лечении отслоек сетчатки / П. В. Лыскин, В. Д. Захаров, А. А. Шпак [и др.]. – Текст: непосредственный // Офтальмохирургия – 2013. – №1. – С. 22-26.
30. Лыскин, П. В. Первичная механическая и биомеханическая витрэктомия в бесциркулярной хирургии отслойки сетчатки / П. В. Лыскин. – Текст: непосредственный // Современные технологии лечения витреоретинальной патологии: Сб. научн. статей. – М., 2007. – С.145-148.
31. Малов, В. М. Анализ динамики первичной инвалидности по данным областной ВТЭК за 1985–1996 годы: Тез. Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 95-летию со дня рождения профессора Т.И. Ерошевского. – Самара, 1997. – С. 196–199.

32. Махачева, З. М. Анатомо-функциональное обоснование хирургических вмешательств на стекловидном теле при витреальной деструкции: дис. ... д-ра мед. наук: 14.01.07 / – Москва, 1994. – 220 с.
33. Муравлева, Н. Г. Оценка результатов микроинвазивного хирургического лечения локальной регматогенной отслойки сетчатки методом интрасклерального пломбирования / Н. Г. Муравлева, П. Л. Володин, И. М. Горшков. – Текст: непосредственный // Практическая медицина. – 2018. – № 3(114). – С. 132-135.
34. Патент РФ № 2371150. Способ профилактики гемофтальма при наличии ретинального сосуда в зоне клапанного разрыва сетчатки / Качалина Г.Ф., Крыль Л.А., Попов А.Б.; Заявитель и патентообладатель ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России»; Заявл. 14.05.2008 г.
35. Поздеева, О.Г. Опыт использования оптической когерентной томографии для диагностики периферической витреохориоретинальной дистрофии «след улитки» / О. Г. Поздеева, О. Р. Дулыба, В. А. Шаимова. – Текст: непосредственный // Медицинский вестник Башкортостана. – 2014. – Т.9, №.2. – С.133-136.
36. Рапопорт, А.А. Интравитреальное введение газа при неэффективности склерального пломбирования в лечении отслойки сетчатки / А. А. Рапопорт, В. Н. Казайкин. – Текст: непосредственный // Офтальмохирургия. – 2012. - № 2. – С.18.
37. Русановская, А.В. Результаты применения интраокулярного освещения при эписклеральном пломбировании в лечении регматогенной отслойки сетчатки / А. В. Русановская. – Текст: непосредственный // Современные технологии в офтальмологии – 2018. - №1. – С.294-297.
38. Тахчиди, Х.П. Проблема завершения силиконовой тампонады при гигантских ретинальных разрывах / Х. П. Тахчиди, В. Н. Казайкин. –

Текст: непосредственный // Офтальмохирургия. — 2001. — №3. — С. 49-55.

39. Файзрахманов, Р. Р. Изменение толщины центральной зоны сетчатки после витрэктомии по поводу регматогенной отслойки сетчатки с использованием силиконовой тампонады / Р. Р. Файзрахманов, А. В. Суханова, О. А. Павловский. – Текст: непосредственный // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. – 2020. – Т. 15. – № 2. – С. 89-91.
40. Фёдоров, С.Н. Комплексная методика лечения свежих отслоек сетчатки с использованием экстрасклерального баллонирования пневморетинопексии и витрэктомии / С.Н. Фёдоров, В.Д. Захаров, А.Г. Андронов. – Текст: непосредственный // Актуальные вопросы офтальмологии. – Алматы, 1994. – С. 229-230.
41. Худяков, А. Ю. Сравнительный анализ отдаленных результатов хирургического лечения первичной регматогенной отслойки сетчатки с использованием экстра- и интраокулярных подходов / А. Ю. Худяков, А. В. Жигулин, Я. Б. Лебедев, Н. В. Мащенко. – Текст: непосредственный // Офтальмохирургия. -2017. - №2. – С.17-22.
42. Шаимова, В.А., Оптическая когерентная томография в диагностике периферических ретинальных разрывов / В. А. Шаимова, О. Г. Поздеева, Т. Б. Шаимов [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник офтальмологии. – 2013. - №6. – С.51-56.
43. Шкворченко, Д. О. Анализ восстановления зрительных функций у пациентов с регматогенной отслойкой сетчатки после хирургического лечения методом однопортовой витрэктомии 25 G / Д. О. Шкворченко, В. Д. Захаров, С. А. Какунина [и др.]. – Текст: непосредственный // Катарактальная и рефракционная хирургия - 2014.- №4.- С.51-54.
44. Шкворченко, Д. О. Лечение свежей регматогенной отслойки сетчатки с использованием техники микроинвазивной однопортовой витрэктомии / Д. О. Шкворченко, С. А. Какунина, Е. В. Белоусова, А.

- В. Русановская. – Текст: непосредственный // Практическая медицина. – 2012. – Т.4, №2. – С.151-157.
- 45.Шкворченко, Д. О. Сравнительная оценка результатов хирургического лечения регматогенной отслойки сетчатки / Д. О. Шкворченко, В. Д. Захаров, С. А. Какунина и [др.]. – Текст: непосредственный // Офтальмохирургия - 2015.- №4.-С.43-50.
- 46.Шкворченко, Д.О. Контрастирующие вещества для хромовитректомии / Д. О. Шкворченко, Н. М. Кислицына, С. В. Колесник и [др.].. – Текст: непосредственный // Офтальмохирургия. – 2016. - №2. – С.70-77.
- 47.Шкворченко, Д.О. Первый опыт микроинвазивного комбинированного лазерхирургического лечения локальной регматогенной отслойки сетчатки / Д. О. Шкворченко, Л. А. Крыль, Н. М. Кислицына, Д. А. Буряков. – Текст: непосредственный // Современные технологии в офтальмологии. – 2018. – № 1. – С. 423-426.
- 48.Шкворченко, Д.О. Сравнительная оценка результатов хирургического лечения регматогенной отслойки сетчатки / Д. О. Шкворченко, В. Д. Захаров, С. А. Какунина [и др.]. – Текст: непосредственный // Офтальмохирургия. – 2015. - №4. – С. 43-50.
49. Abecia, E. Anatomic Results and Complications in a Long-Term Follow-up of Pneumatic Retinopexy Cases / E. Abecia, I. Pinilla, J.M. Oliván [et al.]. – Text: immediate // Retina. – 2000. -Vol. 20, №2. – P.156-161.
- 50.Abu Eleinen, K.G.Vitreotomy with scleral buckling versus with inferior retinectomy in treating primary rhegmatogenous retinal detachment with PVR and inferior breaks / K. G. Abu Eleinen, A. A. Mohalhal, D. A. Ghalwash [et al.]. – Text: immediate // Eye (Lond.) - 2018. – Vol. 32. – P. 1839-1844.
- 51.Ahmadiéh, H. Pseudophakic and Aphakic Retinal Detachment (PARD) Study Group. Anatomic and visual outcomes of scleral buckling versus primary vitrectomy in pseudophakic and aphakic retinal detachment: six-month follow-up results of a single operation--report no. 1. / H. Ahmadiéh,

- S. Moradian, H. Faghihi [et al.]. – Text: immediate // *Ophthalmology*. – 2005. – Vol.112, №8. – P.1421-1429.
52. Al-Abdullah, A. A. Novel technique for subretinal fluid drainage with chandelier-assisted scleral buckle surgery: cannula-controlled drainage/ A. A. Al-Abdullah. – Text: immediate // *Retin. Cases Brief rep.* – 2017.- Vol. 13, №1. – P.57-60.
53. Anaya, J. A. Outcomes after failed pneumatic retinopexy for retinal detachment / J. A. Anaya, C. P. Shah, J. S. Heier. – Text: immediate // *Ophthalmology*. – 2016. – Vol.123. P.1137–1142.
54. Aras, C. Scleral buckling with a non-contact wide-angle viewing system / C. Aras, D. Ucar, A. Koytak, H. Yetik. – Text: immediate // *Ophthalmologica* – 2012. - Vol. 227. - №2. - P. 107–110.
55. Badrinath, S. S. Vitreoschisis in Eales' disease: pathogenic role and significance in surgery / S. S. Badrinath, L. Gopal, T. Sharma [et al.]. – Text: immediate // *Retina*. – 1999. -Vol. 19, №1. – P.51-54.
56. Bastion, M.L. Pneumatic retinopexy for treatment of posterior pole detachment following vitreoretinal surgery for diabetic tractional retinal detachment threatening the fovea / M. L. Bastion. – Text: electronic // *BMJ Case Rep.* – 2012. - bcr2012006303.
57. Bedarkar, A. Scleral buckling-induced ocular parameter changes in different age group patients of rhegmatogenous retinal detachment / A. Bedarkar, R. Ranjan, P. Khan [et al.]. – Text: immediate // *Taiwan J. Ophthalmol.* – 2017. – Vol.7, №2 – P. 94-99.
58. Bjerrum S. S. Risk of Pseudophakic Retinal Detachment in 202 226 Patients Using the Fellow Nonoperated Eye as Reference / S. S. Bjerrum, L. Kim [et al.]. – Text: immediate // *Ophthalmology*. – 2013. – 120. – P.2573-2579.
59. Bjerrum, S. S. Risk of pseudophakic retinal detachment in 202,226 patients using the fellow nonoperated eye as reference / S. S. Bjerrum, K. L. Mikkelsen, M. La Cour. – Text: immediate // *Ophthalmology*. - 2013. - 120(12). – P.2573–2579.

60. Blindbaek, S. Prophylactic treatment of retinal breaks--a systematic review / S. Blindbaek, J. Grauslund. – Text: immediate // *Acta Ophthalmol.* – 2015. - Vol.93, №1. – P. 3-8.
61. Boberg-Ans, G. Longterm incidence of rhegmatogenous retinal detachment and survival in a defined population undergoing standardized phacoemulsification surgery / G. Boberg-Ans, V. Henning, J. Villumsen, M. la Cour. – Text: immediate // *Acta Ophthalmol. Scand.* - 2006. – 84. – P.613–618.
62. Bourla, D.H. The slower the better: on the instability of gas jets in a model of pneumatic retinopexy / D. H. Bourla, A. Gupta, J. P. Hubschman [et al.]. – Text: immediate // *Invest Ophthalmol Vis Sci.* – 2007. – Vol.48, №6. – P.2734-2737.
63. Brinton, D.A. Pneumatic retinopexy and alternative retinal detachment techniques, in Ryan SJ, Wilkinson CP (eds) / D. A. Brinton, G. F. Hilton. – Text: immediate // *Retina.* – 2001. - Vol. 3. - P. 2047—2062.
64. Brouzas, D. Postoperative eccentric macular holes after vitrectomy and internal limiting membrane peeling / D. Brouzas, M. Dettoraki, A. Lavaris. – Text: immediate // *Int. Ophthalmol.* 2017. – Vol.37, №3. – P.643-648.
65. Byer, N. E. Prognosis of asymptomatic retinal breaks / N. E. Byer. – Text: immediate // *Arch. Ophthalmol.* - 1974. – Vol. 92. – P.208–210.
66. Byer, N. E. What happens to untreated asymptomatic retinal breaks, and are they affected by posterior vitreous detachment? / N. E. Byer. – Text: immediate // *Ophthalmology.* – 1998. – Vol.105, №6. – P.1045-1050.
67. Carevic, I. Epidemiology of Rhegmatogenous Retinal Detachment in Dubrovnik-Neretva County / I. Carevic, A. G. Antunica, H. Kastelan [et al.]. – Text: immediate // *J. Clin. Res. Ophthalmol.* – 2018. -Vol.5, №2. – P. 025-029.
68. Carroll, C. The clinical effectiveness and safety of prophylactic retinal interventions to reduce the risk of retinal detachment and subsequent vision

- loss in adults and children with Stickler syndrome: a systematic review / C. Carroll, D. Papaioannou, A. Rees, E. Kaltenthaler. – Text: immediate // Health Technol. Assess. – 2011. - 15(16). - P.1-62.
- 69.Cereda, M.G. Optical coherence tomography 2: Diagnostic Tool to Study Peripheral Vitreoretinal Pathologies / M. G. Cereda, F. Corvi, M. Cozzi [et al.]. – Text: immediate // Retina. – 2019. - Vol.39, №2. – P.415-421.
- 70.Cetin, E. The Effect of Scleral Buckling Surgery on Corneal Astigmatism, Corneal Thickness, and Anterior Chamber Depth / E. Cetin, Z. Ozbek, A.O. Saatci [et al.]. – Text: immediate // Journal Refract Surg. – 2006. – Vol.22, №5. – P. 494-499.
- 71.Chan, C.K. Pneumatic retinopexy for the repair of retinal detachments: a comprehensive review (1986-2007) / C. K. Chan, S. G. Lin, A. S. Nuthi. – Text: immediate // Surv Ophthalmol. – 2008. – Vol.53, №5. – P.:443-478.
72. Chandra, A. Prevalence of ectopia lentis and retinal detachment in Marfan syndrome / A. Chandra, V. Ekwalla, A. Child [et al.]. – Text: immediate // Acta Ophthalmol. – 2014. -92. -P.82–83.
- 73.Charles, S. A motorized gas injector for vitreous surgery / S. A. Charles, C. Wang. – Text: immediate // Arch. Ophthalmol. – 1981. – Vol. 99. – P. 1398.
- 74.Cheng, H. C. Short-term external buckling with pneumatic retinopexy for retinal detachment with inferior retinal breaks / H. C. Cheng, S. M. Lee, F. L. Lee [et al.]. – Text: immediate // Am. J. Ophthalmol. – 2013. – Vol.155. – P. 750-756.
- 75.Chhablani, J. Chandelier-assisted external drainage of subretinal fluid / J. Chhablani, D. Balakrishnan. – Text: immediate // Retin. Cases Brief. Rep. – 2015. - Vol. 9. - no. 3. - P. 223–225.
- 76.Cohen, E. Reassessment of pneumatic retinopexy for primary treatment of rhegmatogenous retinal detachment / E. Cohen, A. Zerach, M. Mimouni. – Text: immediate // Clin Ophthalmol. – 2015. - №9. – P.:2033-2037.

77. Coussa, R. G. Stickler syndrome / R. G. Coussa, J. Sears, E. I. Traboulsi. – Text: immediate // *Current Opinion in Ophthalmology*. – 2019. - 30(5). – P.306–313.
78. Custodis, E. Beobachtungen bei der diathermischen Behandlung der Netzhautablosung und ein Hinweis zur Therapie der Amotio retinae / E. Custodis. – Text: immediate // *Ber Dtsch. Ophthalmol. Ges.* – 1951. – Vol. 57. – P. 227-230.
79. Davis, M. D. Natural history of retinal breaks without detachment / M. D. Davis. – Text: immediate // *Arch. Ophthalmol.* – 1974. - Vol.92, №3. – P.183- 194.
80. Dhami, A. Pneumatic retinopexy outcomes as primary or secondary surgical option for treating rhegmatogenous retinal detachment / A. Dhami, K. K. Shah, D. Ratra // *Indian. J. Ophthalmol.* - 2018. – Vol.66, №3. P.420-425.
81. Di Lauro, S. Loss of Visual Acuity after Successful Surgery for Macula-On Rhegmatogenous Retinal Detachment in a Prospective Multicentre Study / S. Di Lauro, M. Castrejón, I. Fernández [et al.]. – Text: immediate // *J. Ophthalmol.* -2015. -821864.
82. Diddie, K. R Vitrectomy with silicone oil or sulfur hexafluoride gas in eyes with severe proliferative vitreoretinopathy: Results of a randomized clinical trial / K. R. Diddie, S. P. Azen, H. M. Freeman [et al.]. – Text: immediate // *Arch. Ophthalmol.* — 1992. — Vol. 110. — P. 770-779.
83. Eckardt, C. Transconjunctival sutureless 23-gauge vitrectomy / C. Eckardt. – Text: immediate // *Retina* – 2005. – Vol. 25, P. 208-211.
84. Ellakwa, A. F. Long term results of pneumatic retinopexy / A. F. Ellakwa. – Text: immediate // *Clin. Ophthalmol.* – 2012. – Vol.6. – P.55-59.
85. Emsley, E. Management of a rhegmatogenous retinal detachment in a low-resource setting: treatment options when there is no vitreoretinal surgeon / E. Emsley, P. J. Steptoe, S. Cazabon. – Text: electronic // *BMJ Case Rep.* – 2018. bcr2017223389.

86. Fabian, I. D. Macular hole after vitrectomy for primary rhegmatogenous retinal detachment / I. D. Fabian, E. Moisseiev, J. Moisseiev [et al.]. – Text: immediate // *Retina*. – 2012. - Vol.32, №3.- P.511-519.
87. Feltgen, N. Rhegmatogenous Retinal Detachment—an Ophthalmologic Emergency / N. Feltgen, P. Walter. – Text: immediate // *Dtsch. Arztebl. Int.* – 2014. - 111(1-2). – P. 12–22.
88. Fleury, J. C3F8 dans le traitement des décollements de la rétine associés à une prolifération vitréorétinienne [C3F8 in the treatment of retinal detachment associated with vitreoretinal proliferation] / J. Fleury, M. Bonnet. – Text: immediate // *J. Fr. Ophtalmol.* – 1989. – Vol.12, №2. – P.89-94.
89. Foos, R. Vitreoretinal juncture. Synchysis senilis and posterior vitreous detachment / R. Foos, N. Wheeler. – Text: immediate // *Ophthalmology*. – 1982. – Vol. 89, № 12. – P. 1502-1512.
90. Foster, R. E. Recurrent retinal detachment more than 1 year after reattachment / R. E. Foster, S. M. Meyers. – Text: immediate // *Ophthalmology*. - 2002. – Vol.109, №10. – P.1821-1827.
91. Fujii, G. Y. A new 25-gauge instrument system for transconjunctival sutureless vitrectomy surgery / G. Y. Fujii, E. Jr. De Juan, M. S. Humayun [et al.]. – Text: immediate // *Ophthalmology* – 2002. – Vol. 109. - P. 1807-1812.
92. Fukuyama, H. Comparative analysis of metamorphopsia and aniseikonia after vitrectomy for epiretinal membrane, macular hole, or rhegmatogenous retinal detachment / H. Fukuyama, H. Ishikawa, Y. Komuku [et al.]. – Text: electronic // *PLoS One*. – 2020. – Vol.15, № (5): e023275
93. Garratt, A. Quality of life measurement: bibliographic study of patient assessed health outcome measures / A. Garratt, L. Schmidt, A. Mackintosh. – Text: immediate // *Br. Med. J.* – 2002. – Vol.324. – P.1417-1419.

94. Gauthier, A.C. A quality of life study comparing scleral buckle and pneumatic retinopexy for the treatment of rhegmatogenous retinal detachment / A. C. Gauthier, R. A. Adelman. – Text: immediate // *Clin Ophthalmol.* – 2017. -№ 11. – P. 1069-1071.
95. Ghazi, N. G. Optical coherence tomography of peripheral retinal lesions in enucleated human eye specimens with histologic correlation / N. G. Ghazi, C. DiBernardo, H. Ying [et al.]. – Text: immediate // *Am. J. Ophthalmol.* – 2006. – Vol.141, №4. – P.740-742.
96. Goezinne, F. Incidence of redetachment 6 months after scleral buckling surgery / F. Goezinne, E. C. La Heij, T. T. Berendschot [et al.]. – Text: immediate // *Acta Ophthalmol.* – 2010. -Vol.88. – P.199–206.
97. Goldman, D. R. Expanded criteria for pneumatic retinopexy and potential cost savings / D. R. Goldman, C. P. Shah, J. S. Heier. – Text: immediate // *Ophthalmology.* – 2014. – Vol.121, №1. – P.318-326.
98. Gonin, J. Guérison opératoires de décollements rétiens / J. Gonin. – Text: immediate // *Rev. Gén. Ophthalmol.* -1923. - Vol. 37. - P. 337-340.
99. Grizzard, W. S. Pneumatic Retinopexy Failures: Cause, Prevention, Timing, and Management / W. S. Grizzard, G. F. Hilton, M. E. Hammer [et al.]. – Text: immediate // *Ophthalmology.* – 1995. – Vol.102, №6. – P.929-936.
100. Gupta, D. Clinically undetected retinal breaks causing retinal detachment: A review of options for management / D. Gupta, J. Ching, P. E. Tornambe. – Text: immediate // *Surv. Ophthalmol.* – 2018. – Vol.63, № 4. – P.579-588.
101. Gupta, P. Vitreoschisis in macular diseases / P. Gupta, K. M. Yee, P. Garcia [et al.]. – Text: immediate // *Br. J. Ophthalmol.* – 2011. – Vol.95, №3. – P.376-380.
102. Hatef, E. Pneumatic retinopexy versus scleral buckle for repairing simple rhegmatogenous retinal detachments / E. Hatef, D. F. Sena, K. A.

- Fallano [et al.]. – Text: immediate // Cochrane Database Syst Rev. – 2015. – Vol.5, №5. – P.1-27.
103. Hayashi, K. Fast-forming hydrogel with ultralow polymeric content as an artificial vitreous body / K. Hayashi, F. Okamoto, S. Hoshi [et al.]. – Text: immediate // Nat. Biomed. Eng. – 2017. – Vol.1 – P. 44.
104. Hazzazi, M. A. Outcomes of Pneumatic Retinopexy for the Management of Rhegmatogenous Retinal Detachment at a Tertiary Care Center / M. A. Hazzazi, S. Rashaed. – Text: immediate // Middle East Afr J Ophthalmol. – 2017. – Vol.24, №3. – P.143-147.
105. Heimann, H. Primary vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment: an analysis of 512 cases / H. Heimann, X. Zou, C. Jandek [et al.] . – Text: immediate // Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. – 2006. – Vol.244, №1. – P. 69-78.
106. Heimann, H. Scleral buckling versus primary vitrectomy in rhegmatogenous retinal detachment (SPR Study): design issues and implications. SPR Study report no. 1. / H. Heimann, M. Hellmich, N. Bornfeld [et al.]. – Text: immediate // Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology – 2001. – Vol.239, №8. – P.567–574.
107. Hillier, R. J. The Pneumatic Retinopexy versus Vitrectomy for the Management of Primary Rhegmatogenous Retinal Detachment Outcomes Randomized Trial (PIVOT) / R. J. Hillier, T. Felfeli, A. R. Berger [et al.]. – Text: immediate // Ophthalmology. - 2019. – Vol.126, №4. – P.531-539.
108. Hilton, G.F. Pneumatic retinopexy principles and practice / G. F. Hilton, T. Das, A. B. Majji. – Text: immediate // Indian J. Ophthalmol. – 1996. – Vol.4. – P.131-143.
109. Hutter, J. A biological model of tamponade gases following pneumatic retinopexy / J. Hutter, H. Luu, L. Schroeder. – Text: immediate // Curr. Eye Res. – 2002. – Vol.25, №4. – P.197-206.

110. Hwang, J. F. Treatment of inferior rhegmatogenous retinal detachment by pneumatic retinopexy technique / J. F. Hwang, S. N. Chen, C. J. Lin. – Text: immediate // *Retina*. – 2011. – Vol.31, №2. – P. 257-261.
111. Januschowski, K. Ex vivo biophysical characterization of a hydrogel-based artificial vitreous substitute / K. Januschowski, S. Schnichels, J. Hurst [et al.]. – Text: immediate // *PLoS One* – 2019. – Vol. 14. - P. 1094-1098.
112. Jeany, Q. Incidence of Rhegmatogenous Retinal Detachment in Europe – A Systematic Review and Meta-Analysis / Q. Jeany, T. Welchowski, M. Schmid [et al.]. – Text: immediate // *Ophthalmologica*. – 2019. – 242. – P.81-86.
113. Jonas, J. B. Retinal redetachment after removal of intraocular silicone oil tamponade / J. B. Jonas, H. L. Knorr, R. M. Rank [et al.]. – Text: immediate // *Br. J. Ophthalmol.* – 2001. -Vol.85. - P.1203–1207.
114. Jung, J. J. Anatomic, Visual, and Financial Outcomes for Traditional and Nontraditional Primary Pneumatic Retinopexy for Retinal Detachment / J. J. Jung, J. Cheng, J. Y. Pan [et al.]. – Text: immediate // *Am. J. Ophthalmol.* – 2019. – Vol.200. – P.187-200.
115. Kamppeter, B. A. Optical coherence tomography of a peripheral retinal schisis with an outer retinal layer break / B. A. Kamppeter, J. B. Jonas. – Text: immediate // *Acta Ophthalmol. Scand.* – 2004. – Vol.82, №5. – P.574-575.
116. Kapran, Z. Recurrences of retinal detachment after vitreoretinal surgery, and surgical approach / Z. Kapran, O. M. Uyar, V. Kaya [et al.]. – Text: immediate // *Eur. J. Ophthalmol.* – 2001. -Vol.11. – P.166–170.
117. Karimian, F. Corneal Topographic Changes After Scleral Buckling / F. Karimian, S. Moradian, N. Kouhestani. – Text: immediate // *Eur. J. Ophthalmol.* – 2006. – Vol.16, №4. – P.536-541.
118. Kita, M. Photothermal, cryogenic, and diathermic effects of retinal adhesive force in vivo / M. Kita, A. Negi, S. Kawano. – Text: immediate // *Retina*. – 1991. – Vol.11, №4. P.441-444.

119. Kita, M. Scleral buckling with a noncontact wide-angle viewing system in the management of retinal detachment with undetected retinal break: a case report / M. Kita, Y. Fujii, N. Kawagoe. – Text: immediate // *Clinical Ophthalmology* – 2013. - Vol. 7. - P. 587–589.
120. Kontos, A. Duration of intraocular gases following vitreoretinal surgery / A. Kontos, J. Tee, A. Stuart [et al.]. – Text: immediate // *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* – 2017. – Vol.255, №2. – P. 231-236.
121. Koriyama, M. Prospective Study Comparing the Effectiveness of Scleral Buckling to Vitreous Surgery for Rhegmatogenous Retinal Detachment / M. Koriyama, T. Nishimura, T. Matsubara [et al.]. – Text: immediate // *Japanese Journal of Ophthalmology.* – 2007. - Vol.51, №5. – P.360–367.
122. Kreissig, I. Primary retinal detachment: A review of the development of techniques for repair in the past 80 years / I. Kreissig. – Text: immediate // *Taiwan J. of ophthalmology.* -2016. -Vol.6, №4. - P.161-169.
123. Kuhn, F. Rhegmatogenous retinal detachment: a reappraisal of its pathophysiology and treatment / F. Kuhn, B. Aylward. – Text: immediate // *Ophthalmic Res.* – 2014. – Vol.51, №1. -P.15-31.
124. Kunikata, H. Successful outcomes of 25- and 23-gauge vitrectomies for giant retinal tear detachments / H. Kunikata, T. Abe, K. Nishida. – Text: immediate // *Ophthalmic Surg. Lasers Imaging* – 2011. – Vol. 42. – pp. 487-492.
125. Lai, M. M. Anatomic and visual outcomes in early versus late macula-on primary retinal detachment repair / M. M. Lai, N. Khan, E. D. Weichel. – Text: immediate // *Retina.* -2011. – Vol.31, №1. – P. 93-98.
126. Lai, M. M. Repair of primary rhegmatogenous retinal detachment using 25-gauge transconjunctival sutureless vitrectomy / M. M. Lai, A. J. Ruby, R. Sarrafizadeh [et al.]. – Text: immediate // *Retina* – 2008. – Vol. 28. – P. 729-734.

127. Leeuwen, R. Dutch Rhegmatogenous Retinal Detachment Study Group. Association of Rhegmatogenous Retinal Detachment Incidence With Myopia Prevalence in the Netherlands / R. Leeuwen, A. E. Haarman, M. A. J. van de Put [et al.]. – Text: immediate // JAMA Ophthalmol. – 2021. – Vol.139, № 1. – P.85-92.
128. Lina, G. Vision-related quality of life, metamorphopsia, and stereopsis after successful surgery for rhegmatogenous retinal detachment / G. Lina, Q. Xuemin, W. Qinmei, S. Lijun. – Text: immediate // Eye (Lond). – 2016. - Vol.30, №1. – P.40-45.
129. Lincoff, H. Reply to Drs Fineberg, Machemer, Sullivan and Norton / H. Lincoff. – Text: immediate // Mod Probl Ophthalmol. – 1974. – Vol.12. – P.344–345.
130. Lincoff, H. Systematic Review of Efficacy and Safety of Surgery for Primary Retinal Detachment / H. Lincoff, A. Lincoff, M. Stopa. – Text: immediate. In: Kreissig I. (eds) Primary Retinal Detachment. Berlin, Heidelberg: Springer Publishers; 2005.
131. Lira, R. P. Cryotherapy vs laser photocoagulation in scleral buckle surgery: A randomized clinical trial / R. P. Lira, I. Takasaka, C. E. Arieta [et al.]. – Text: immediate // Arch Ophthalmol. – 2010. – Vol.28, №12. – P.1519-1522.
132. Lo, A. C. Apoptosis and other cell death mechanisms after retinal detachment: implications for photoreceptor rescue / A. C. Lo, T. T. Woo, R. L. Wong [et al.]. – Text: immediate // Ophthalmologica. – 2011. – Vol.226. - P. 10-17.
133. Loewenstein, A. Retinal detachment in Marfan syndrome / A. Loewenstein, I. S. Barequet, E. Jr. De Juan [et al.]. – Text: immediate - Retina. – 2000. -20(4). – P.358-363.
134. Lois, N. Pseudophakic retinal detachment / N. Lois, D. Wong. – Text: immediate // Surv. Ophthalmol . –2003. –Vol. 48. –P. 467–87.

135. Macheimer, R. Vitrectomy: a pars plana approach / R. Macheimer, H. Buettner, E. W. Norton [et al.]. – Text: immediate // Trans. Am. Acad.Ophthalmol. Otolaryngol. – 1971. – Vol. 75. - P. 813-820.
136. Mangione, C. M. Development of the 25-item National eye institute visual function questionnaire / C. M. Mangione, P. P. Lee, J. Pitts. – Text: immediate // Arch. Ophthalmol. – 2001. -Vol.119. – P.1050-1058.
137. Mangione, C. M. Psychometric properties of the National eye institute visual function questionnaire (NEI–VFQ) / C. M. Mangione, P. P. Lee, J. Pitts. – Text: immediate // Arch. Ophthalmol. – 1998. – Vol.116. – P.1496-1504.
138. Miraldi, V. Surgical management of lens subluxation in Marfan syndrome / V/ Miraldi, R. G. Coussa, E. I. Traboulsi. – Text: immediate // J. AAPOS. – 2014. – 18. P.140–146.
139. Mitry, D. Rhegmatogenous retinal detachment in Scotland: research design and methodology / D. Mitry. – Text: immediate // BMC. Ophthalmol. - 2009. - Vol. 24. P. 2-9.
140. Mitry, D. The epidemiology of rhegmatogenous retinal detachment: geographic variation and clinical associations / D. Mitry, D. G. Charteris, B. W. Fleck [et al.]. – Text: immediate // Br. J. Ophthalmol. – 2010. - 94(6). – P. 678–84.
141. Mitry, D. The predisposing pathology and clinical characteristics in the Scottish retinal detachment study / D. Mitry, J. Singh, D. Yorston [et al.]. – Text: immediate // Ophthalmology. -2011. – 118. – P.1429–1434.
142. Mowatt, L. Ethnic differences in the demand incidence of retinal detachments in two districts in the West Midlands / L. Mowatt, G. Shun-Shin, N. Price. – Text: immediate // Eye (Lond). – 2003. - 17(1). – P.63–70.
143. Muni, R. H. Vision-Related Functioning in Patients Undergoing Pneumatic Retinopexy vs Vitrectomy for Primary Rhegmatogenous Retinal Detachment: A Post Hoc Exploratory Analysis of the PIVOT Randomized

- Clinical Trial / R. H. Muni, C. L. M. Francisconi, T. Felfeli [et al.]. – Text: immediate // JAMA Ophthalmol. – 2020. -Vol.138, №8. – P.826-833.
144. Muni, R. H. Hand-held spectral domain optical coherence tomography finding in shaken-baby syndrome / R. H. Muni, R. P. Kohly, E. H. Sohn. – Text: immediate // Retina. – 2010. – Vol.30, 4 Suppl. – P.45-50.
145. Mura, M. Use of 25-gauge vitrectomy in the management of primary rhegmatogenous retinal detachment / M. Mura, S. H. Tan, M. D. De Smet. – Text: immediate // Retina – 2009. – Vol. 29. – P. 1299-1304.
146. Nagpal, M. Management of recurrent rhegmatogenous retinal detachment / M. Nagpal, P. Chaudhary, S. Wachasundar [et al.]. – Text: immediate // Indian J. Ophthalmol. – 2018. – Vol.66, №12. – P.1763-1771.
147. Narula, R. Pneumatic retinopexy: A cost-effective alternative / R. Narula. – Text: immediate // Indian J Ophthalmol. – 2018. - Vol.66, №3. – P.426-427.
148. Neuhann, I. M. Retinal detachment after phacoemulsification in high myopia: analysis of 2356 cases / I. M. Neuhann, T. F. Neuhann, H. Heimann [et al.]. – Text: immediate // J. Cataract Refract. Surg. – 2008. – 34. – P.1644–1657.
149. Neumann, E. Conservative management of retinal breaks. A follow-up study of subsequent retinal detachment / E. Neumann, S. Hyams. – Text: immediate // Br. J. Ophthalmol. - 1972. – Vol.56, №6. – P.482-486.
150. Nielsen, B. R. The incidence of rhegmatogenous retinal detachment is increasing / B. R. Nielsen, M. Alberti, S. S. Bjerrum [et al.]. – Text: immediate // Acta Ophthalmol. - 2020. - 98(6). – P.603-606.
151. Norton, E.W.D. Intraocular gas in the management of selected retinal detachments / E. W. D. Norton. – Text: immediate // Trans. Am. Acad. Ophthalmol. Otolaryngol. – 1973. P. 77-85.

152. Öhman, T. Molecular pathogenesis of rhegmatogenous retinal detachment / T. Öhman, L. Gawriyski, S. Miettinen [et al.]. – Text: immediate // *Sci. Rep.* – 2021. – Vol.13, №11. -P. 966.
153. Okuda, T. Metamorphopsia and outer retinal morphologic changes after successful vitrectomy surgery for macula-off rhegmatogenous retinal detachment / T. Okuda, T. Higashide, K. Sugiyama. – Text: immediate // *Retina.* – 2018. – Vol. 38, №1. – P. 148-154.
154. Okun, E. Gross and microscopic pathology in autopsy eyes. III. Retinal breaks without detachment / E. Okun. – Text: immediate // *Am. J. Ophthalmol.* – 1961. – Vol.51. – P.369-391.
155. Olsen, G. Update on a long-term, prospective study of capsulotomy and retinal detachment rates after cataract surgery / G. Olsen, R. J. Olson. – Text: immediate // *J. Cataract Refract. Surg.* – 2000. - 26. – P.1017–21.
156. Oshima, Y. Self-retaining 27-gauge transconjunctival chandelier endoillumination for panoramic viewing during vitreous surgery / Y. Oshima, C. C. Awh, Y. Tano. – Text: immediate // *Am. J. Ophthalmol.* – 2007 – Vol.143. – P.166-167.
157. Ozdemir, E. Recurrent opening and closure of macular hole after pars plana vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment / E. Ozdemir, S. Ozdek. – Text: immediate // *Retin. Cases Brief. Rep.* – 2020. – Vol.14, №4. – P. 331-333.
158. Park, D. H. Factors associated with visual outcome after macula-off rhegmatogenous retinal detachment surgery / D. H. Park, K. S. Choi, H. J. Sun. – Text: immediate // *Retina.* – 2018. – Vol.38, №1. – P.137-147.
159. Petrushkin, H. J. Rescue pneumatic retinopexy in patients with failed primary retinal detachment surgery / H. J. Petrushkin, M. A. Elgohary, P. M. Sullivan. – Text: immediate // *Retina.* – 2015. – Vol.35. – P.1851–1859.

160. Pucci, V. Clear lens phacoemulsification for correction of high myopia / V. Pucci, S. Morselli, F. Romanelli [et al.]. – Text: immediate // *J. Cataract Refract. Surg.* 2001. - 27. – P.896–900.
161. Rahmani, S. Retinal disease in Marfan syndrome: From the Marfan Eye Consortium of Chicago / S. Rahmani, A. T. Lyon, A. A. Fawzi [et al.]. – Text: immediate // *Ophthalmic. Surg. Lasers Imaging Retina.* – 2015. – 46. - P.936–941.
162. Read, S. P. Retinal detachment surgery in a pediatric population: Visual and Anatomic Outcomes / S. P. Read, H. A. Aziz, A. Kuriyan. – Text: immediate // *Retina.* – 2018. - 38(7). – P.1393-1402.
163. Remulla, J. F. Retinal detachment in Marfan's syndrome / J. F. Remulla, F. I. Tolentino. – Text: immediate // *Int. Ophthalmol. Clin.* – 2001. – 41. – P.235–240.
164. Romano, M. R. 27-gauge vitrectomy for primary rhegmatogenous retinal detachment: is it feasible / M. R. Romano, F. Scotti, P. Vinciguerra. – Text: immediate // *Ann. Acad. Med. Singapore.* – 2014. – Vol. 44 – P. 185-187.
165. Rootman, D. B. Predictors of treatment failure for pneumatic retinopexy / D. B. Rootman, S. Luu, S. Conti [et al.]. – Text: immediate // *Can. J. Ophthalmol.* – 2013. – Vol.48. – P.549–552
166. Rosa, A. A. Retinopexia pneumática e fotocoagulação a laser para tratamento de descolamento secundário à fosseta de disco óptico: relato de caso [Pneumatic retinopexy and laser photocoagulation for treatment of optic disc pit detachment: case report] / A. A. Rosa, H. P. Primiano, Y. Nakashima. – Text: immediate // *Arq. Bras. Oftalmol.* – 2006. - Vol.69, №1. – P.101-105.
167. Rosengren, B. Results of treatment of detachment of the retina with diathermy and injection of air into the vitreous / B. Rosengren. – Text: immediate // *Acta Ophthalmol.* – 1938. – Vol. 16. - P. 573-579.

168. Rumpf, J. Inventor of the surgical treatment for retinal detachment / J. Rumpf, J. Gonin. – Text: immediate // *Surv. Ophthalmol.* – 1976. - Vol 21. – P. 276-284.
169. Russell, J. F. Longitudinal Wide-Field Swept-Source OCT Angiography of Neovascularization in Proliferative Diabetic Retinopathy after Panretinal Photocoagulation / J. F. Russel, Y. Shi, J. W. Hinkle [et al.]. – Text: immediate // *Ophthalmol. Retina.* – 2019. – Vol.3, №4. – P.350-361.
170. Sakono, T. Acute bacterial endophthalmitis after scleral buckling surgery with chandelier endoillumination / T. Sakono, H. Otsuka, H. Shiihara [et al.]. – Text: immediate // *Am. J. Ophthalmol. Case Rep.* - 2017. - Vol. 8. – P. 7-10.
171. Saw, S. M. An evidence-based analysis of surgical interventions for uncomplicated rhegmatogenous retinal detachment / S. M. Saw, G. Gazzard, A. M. Wagle [et al.]. – Text: immediate // *Acta Ophthalmol. Scand.* – 2006. – Vol.84, №5, P.606-612.
172. Schepens, C. L. Progress in detachment surgery / C. L. Schepens. – Text: immediate // *Trans.Am. Acad. Ophthalmol. Otolaryngol.* – 1951. - Vol.55. – P. 607-615.
173. Schnichels, S. Efficacy of two different thiol-modified crosslinked hyaluronate formulations as vitreous replacement compared to silicone oil in a model of retinal detachment / S. Schnichels, N. Schneider, C. Hohenadl [et al.]. – Text: immediate // *PLoS One* – 2012. – Vol.12. - P. 218-222.
174. Schramm, C. The cross-linked biopolymer hyaluronic acid as an artificial vitreous substitute / C. Schramm, M. S. Spitzer, S. Henke-Fahle [et al.]. – Text: immediate // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 2012 – Vol. 53. - P. 613-621.
175. Sebag, J. Vitreoschisis / J. Sebag. – Text: immediate // *Graefes. Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* –2008. –Vol. 246. –P. 329-332.

176. Seider, M. I. Scleral buckling with chandelier illumination / M. I. Seider, R. E. Nomides, P. Hahn, P. Mruthyunjaya [et al.]. – Text: immediate // *J. Ophthalmic Vis. Res.* – 2016.- Vol. 11. - №3. - P. 304–309.
177. Sevillano, C. Incidence and epidemiological characteristics of rhegmatogenous retinal detachment in Northwestern Spain / C. Sevillano, E. Viso, S. Moreira-Martínez [et al.]. – Text: immediate // *Eye (Lond).* – 2021
178. Sharma, H. Anatomical and functional outcomes of surgery of rhegmatogenous retinal detachment / H. Sharma, S. N. Joshi, J. K. Shrestha. – Text: immediate // *Nepal. J. Ophthalmol.* – 2010. – Vol.2, №2.- P.132-137.
179. Sharma, T. Management of recurrent retinal detachment in silicone oil-filled eyes / T. Sharma, L. Gopal, M. P. Shanmugam [et al.]. – Text: immediate // *Retina.* – 2002. -Vol.22. – P.153–157.
180. Shu, I. Scleral buckling versus vitrectomy for young japanese patients with rhegmatogenous retinal detachment in the era of microincision surgery: realworld evidence from a multicentre study in Japan / I. Shu, H. Ishikawa, H. Nishikawa [et al.]. – Text: immediate // *Acta Ophthalmol.* – 2019. – Vol.97, №5. -P.736-741.
181. Silvanus, M. T. Visual loss following intraocular gas injection / M. T. Silvanus, P. Moldzio, N. Bornfeld. – Text: immediate // *Dtsch. Arztebl. Int.* - 2008. – Vol.105, №6. – P.108–112.
182. Singh, A. Pneumoretinopexy versus scleral buckling in retinal detachments with superior breaks: A comparative analysis of outcome and cost / A. Singh, U.C. // *Indian J. Ophthalmol.* – 2021. – Vol.69, №2. P.314-318.
183. Smiddy, W. E. Results and complications in treated retinal breaks / W. E. Smiddy, H. W. Flynn, D. H. Nicholson. – Text: immediate // *Am. J. Ophthalmol.* – 1991. -Vol.112, №6. – P.623-631.

184. Smith, J. M. Rhegmatogenous Retinal Detachment in Children: Clinical Factors Predictive of Successful Surgical Repair / J. M. Smith, L. T. Ward, J. H. Townsend [et al.]. – Text: immediate // Ophthalmology. – 2019. - 126(9). – P.1263-1270.
185. Stewart, S. Pneumatic retinopexy: patient selection and specific factors / S. Stewart, W. Chan. – Text: immediate // Clin. Ophthalmol. – 2018. – Vol.12. – P.493-502.
186. Suzuma, K. Retro-mode imaging of fibrovascular membrane in proliferative diabetic retinopathy after intravitreal bevacizumab injection / K. Suzuma, E. Tsuiki, M. Matsumoto [et al.]. – Text: immediate // Clin Ophthalmol. - 2011.-Vol. 5. - P. 897–900.
187. Takahashi, H. Importance of Paravascular Vitreal Adhesions for Development of Myopic Macular Retinoschisis Detected by Ultra-Widefield OCT / H. Takahashi, N. Tanaka, K. Shinohara. – Text: immediate // Ophthalmology. – 2021. - Vol.128, №2, P.256-265.
188. Teke, M. Y. Surgical outcomes and incidence of retinal redetachment in cases with complicated retinal detachment after silicone oil removal: Univariate and multiple risk factors analysis / M. Y. Teke, M. Balikoglu-Yilmaz, P. Yuksekkaya [et al.]. – Text: immediate // Retina. – 2014. – Vol.34. – P.1926–1938.
189. Thompson, J. T. The absorption of mixtures of air and perfluoropropane after pars plana vitrectomy / J. T. Thompson. – Text: immediate // Arch. Ophthalmol. – 1992. – Vol.110, №11. – P.1594-1597.
190. Tornambe, P. E. A multicenter randomized controlled clinical trial comparing pneumatic retinopexy with scleral buckling. The Retinal Detachment Study Group / P. E. Tornambe, G. F. Hilton. – Text: immediate Pneumatic retinopexy. // Ophthalmology. – 1989. – Vol.96, №6. – P.772-783.
191. Tsai, C. Y. Spectral-domain optical coherence tomography of peripheral lattice degeneration of myopic eyes before and after laser

- photocoagulation / C. Y. Tsai, K. C. Hung, S. W. Wang S. [et al.]. – Text: immediate // J. Formos Med. Assoc. – 2019. - Vol.118, №3. – P.679-685.
192. Tsang, C. W. Primary 23-gauge transconjunctival sutureless vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment / C. W. Tsang, B. T. Cheung, R. F. Lam [et al.]. – Text: immediate // Retina. – 2008. – Vol. 28. - P. 1075-1081.
193. Umanets, N. High-frequency electric welding: a novel method for improved immediate chorioretinal adhesion in vitreoretinal surgery / N. Umanets, N. V. Pasychnikova, V. A. Naumenko. – Text: immediate // Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. -2014. – Vol.252, №11. – P.1697-703.
194. Üney, G. Ö. Pars plana vitrectomy with silicone oil tamponade in failed scleral buckle surgery / G. Ö. Üney, M. A. Acar, N. Ünlü [et al.]. – Text: immediate // Can. J. Ophthalmol. – 2016. -Vol.51. – P.331–335.
195. Van de Put, M. A. Dutch Rhegmatogenous Retinal Detachment Study Group. The incidence of rhegmatogenous retinal detachment in The Netherlands / M. A. Van de Put, J. M. Hooymans, L. I. Los. – Text: immediate // Ophthalmology – 2013. - 120(3). P. 616–622.
196. van Leeuwen, R. Dutch Rhegmatogenous Retinal Detachment Study Group. Association of Rhegmatogenous Retinal Detachment Incidence With Myopia Prevalence in the Netherlands / R. van Leeuwen, A. E. G. Haarman, M. A. J. van de Put [et al.]. – Text: immediate // JAMA Ophthalmol. – 2021. - 139(1). P.85-92.
197. Veckeneer, M. Randomized clinical trial of cryotherapy versus laser photocoagulation for retinopexy in conventional retinal detachment surgery / M. Veckeneer, K. Van Overdam, D. Bouwens [et al.]. – Text: immediate // Am J Ophthalmol – 2001. – Vol.132, №3. – P.343-347.
198. Von Fricken, M. A. 25-Gauge sutureless vitrectomy versus 20-gauge vitrectomy for the repair of primary rhegmatogenous retinal detachment / M. A. Von Fricken, N. Kunjukunju, C. Weber, G. Ko. – Text: immediate // Retina. – 2009. – Vol.29, №4. – P.444-450.

199. Wang, Y. Metamorphopsia after successful retinal detachment surgery: an optical coherence tomography study / Y. Wang, S. Y. Li, M. Zhu [et al.]. // *Acta. Ophthalmol. Scand.* – 2005. – Vol.83, №2. – P. 168-171.
200. Webb, R. H. Flying spot TV ophthalmoscope / R. H. Webb, G. W. Hughes, O. Pomerantzeff. – Text: immediate // *Appl Opt.* – 1980. – Vol.19, №17. – P. 2991-2997.
201. Wilkinson, C. P. Interventions for asymptomatic retinal breaks and lattice degeneration for preventing retinal detachment / C. P. Wilkinson. – Text: immediate // *Cochrane Database Syst Rev.* – 2014. - №9. - CD003170
202. Yee, K. M. Long-term results of office-based pneumatic retinopexy using pure air / K. M. Yee, J. Sebag. – Text: immediate // *Br. J. Ophthalmol.* – 2011. – Vol.95, №12. – P.1728-1730.
203. Yokoyama, T. Scleral buckling procedure with chandelier illumination for pediatric rhegmatogenous retinal detachment / T. Yokoyama, K. Kanbayashi, T. Yamaguchi. – Text: immediate // *Clinical Ophthalmology.* – 2015. - Vol. 9. – P. 169–173.
204. Zaidi, A. A. Pneumatic retinopexy: success rate and complications / A. A. Zaidi, R. Alvarado, A. Irvine. – Text: immediate // *Br J Ophthalmol.* - 2006. - 90(4). – P. 427-428.
205. Zhang, T. Ultra-wide-field scanning laser ophthalmoscopy and optical coherence tomography in FEVR: findings and its diagnostic ability / T. Zhang, Z. Wang, L. Sun [et al.]. – Text: immediate // *Br. J. Ophthalmol.* Published Online First – 2020. - 316226.
206. Zhioua, R. Frequency, characteristics, and risk factors of late recurrence of retinal detachment / R. Zhioua, I. Ammous, K. Errais [et al.] . – Text: immediate // *Eur. J. Ophthalmol.* – 2008. – 18. – P.960–964.

207. Zhou, C. Pneumatic retinopexy combined with scleral buckling in the management of relatively complicated cases of rhegmatogenous retinal detachment: a multicenter, retrospective, observational consecutive case series / C. Zhou, Q. Lin, Y. Wang. – Text: immediate // J. Int. Med. Res. – 2018. – Vol.46. – P.316-325.
208. Znaor, L. Pars plana vitrectomy versus scleral buckling for repairing simple rhegmatogenous retinal detachments / L. Znaor, A. Medic, S. Binder [et al.]. – Text: immediate // Cochrane Database Syst Rev. – 2019. – Vol.3, №3. – P. 1-10.