

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

На правах рукописи

Шамкин Сергей Сергеевич

**КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ХИРУРГИЧЕСКОМУ ЛЕЧЕНИЮ
ПРОНИКАЮЩИХ РАНЕНИЙ СКЛЕРЫ С ПОВРЕЖДЕНИЕМ
СЕТЧАТКИ**

3.1.5. Офтальмология

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, доцент

Степанянц Армен Беникович

МОСКВА - 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА I СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ОТКРЫТОЙ ТРАВМЫ ГЛАЗА ЗОНЫ III (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	12
1.1 Общие аспекты открытой травмы глаза.....	12
1.1.1 Определение, классификация, эпидемиологические аспекты открытой травмы глаза.....	12
1.1.2 Структура глазного травматизма	15
1.1.3 Клиническая характеристика ОТГ и ранние осложнения.	16
1.1.4 Традиционный подход к хирургическому лечению ОТГ	17
1.1.5 Клинико-функциональные исходы ОТГ и поздние осложнения.....	18
1.2. Особенности открытой травмы глаза с локализацией в зоне III	21
1.2.1. Анатомо - топографические особенности ранений зоны III и их клинико - функциональные исходы	21
1.2.2. Пролиферативная витреоретинопатия, как основная причина неблагоприятных исходов открытой травмы глаза зоны III	25
1.3. Современные методы профилактики пролиферативной витреоретинопатии при открытой травме глаза зоны III.....	28
1.3.1. Пломбирование и баллонирование	28
1.3.2. Ранняя витрэктомия	29
1.3.3. Обработка хориоретинальной раны.....	30
1.4. Резюме	34
ГЛАВА II МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	36
2.1. Общая характеристика клинического материала	36
2.2. Основные и дополнительные методы диагностики	42

2.3. Материалы, инструментарий и оборудование, используемые в хирургическом лечении	44
2.4. Консервативная терапия и анестезиологическое сопровождение хирургических операций	46
2.5. Методы статистической обработки материала.....	47
ГЛАВА III РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	49
3.1. Результаты исследования факторов риска, определяющих неблагоприятные исходы при открытой травме глаза	49
3.2. Оценка влияния Р-PRP на формирование хориоретинального рубца с позиции повышения клиничко-функциональной эффективности.....	56
3.3. Научное обоснование, разработка, оценка безопасности и клинической эффективности комплексного подхода к ПМХО проникающих ранений склеры с повреждением сетчатки (ОТГ зоны III).	59
3.3.1. Научное обоснование комплексного подхода к ПМХО ОТГ зоны III	59
3.3.2. Технология проведения комплексной первичной микрохирургической обработки фиброзной оболочки и хориоретинального слоя раны	61
3.3.3. Комплексная сравнительная оценка клинической эффективности и безопасности традиционного и разработанного подходов к хирургическому лечению проникающих ранений склеры с повреждением сетчатки (ОТГ зоны III)	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.	76
ВЫВОДЫ	84
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	85
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	86
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	87

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность и степень разработанности темы

Открытая травма глаза (ОТГ) представляет собой один из самых тяжелых видов повреждений органа зрения, что связано с полиморфизмом клинических проявлений вследствие различных травмирующих агентов. Комплекс повреждений внутриглазных структур обуславливает тяжесть заболевания, протекающего на фоне посттравматического воспалительного ответа и инфекционного компонента, что в целом является факторами риска утраты зрения, потери травмированного глаза как органа и (в случаях симпатизации) представляет угрозу для второго неповрежденного глаза [21, 54, 87, 187].

Необходимо отметить, что совокупная распространенность глазного травматизма, нарушений зрения и слепоты, связанных с травмами, составляет 75; 4,4 и 5,1 на 1000 случаев патологии органа зрения, при этом ежегодная заболеваемость достигает 1007/100000 населения [170, 177]. Важно подчеркнуть, что около трети нарушений зрительных функций вследствие травм связаны с прободными ранениями, которые в 25-30% случаев характеризуются чрезвычайно низкой остротой зрения (менее 0,02) после проведенного стационарного лечения, при этом средний возраст пациентов составляет 35-45 лет, что в целом позволяет рассматривать ОТГ не столько с позиции актуальной офтальмологической патологии, сколько с позиции важнейшей медико-социальной проблемы [20, 33, 51].

Основной причиной низких функциональных результатов при ОТГ является развитие пролиферативной витреоретинопатии (ПВР), на долю которой приходится более 60 % случаев неблагоприятных исходов [75, 77, 87, 117, 122, 171]. Этиологически развитие ПВР является многофакторным процессом. К местными факторам относятся обширные раны более 6 мм, наличие гемофтальма, ранения зоны III (часть склеры, расположенная дальше

5 мм от лимба в сторону экватора), повреждения цилиарного тела, отслойка сосудистой оболочки, отслойка сетчатки, внутриглазной инфекционный процесс [77, 87, 96, 103, 122, 127, 149, 174]

Проведенный анализ литературы показывает, что среди ОТГ наиболее низкие функциональные исходы характерны для обширных прободных ранений склеры, уходящих дальше 5 мм от лимба в сторону экватора (зона III), ввиду расположения столь важных структур как сетчатка в данной локализации, при которых отсутствие предметного зрения в исходе лечения наблюдается в 61-80% случаев, половина из которых приводит к субатрофии глазного яблока [54, 138, 151].

Традиционный подход к проведению хирургического вмешательства при ОТГ основан на ряде неотложных мероприятий (герметизация фиброзной оболочки, подавление посттравматического воспалительного процесса, профилактика и лечение инфекционных осложнений) с последующим (на 7-й - 14-й день) выполнением оптико-реконструктивных вмешательств (в том числе витрэктомии), направленных на восстановление внутриглазных структур [21, 32, 56]. Применительно к целевым установкам настоящей работы необходимо подчеркнуть практически отсутствие при традиционном подходе отдельного рассмотрения тактики лечения пациентов с ранениями зоны III. В этом случае наличие (в течение 7-14 дней) необработанной хориоретинальной раны и гемофтальма представляются факторами высокого риска развития отслойки сетчатки на протяжении первых дней после травмы, а также способствуют запуску ПВР, усугубляя течение раневого процесса.

Проведенный анализ литературы указывает лишь на отдельные исследования, указывающие на целесообразность проведения ранней (до 3-х – 4-х дней) витрэктомии, которая снижает вероятность развития ПВР при ОТГ и в целом благоприятно влияет на функциональный результат [15, 102, 124]. Применение эписклерального пломбирования [24, 60, 69, 180] и баллонирования склеры [52, 53] также оказывает влияние на

пролиферативный ответ при ОТГ различной локализации.

При прободных ранениях склеры, уходящих дальше 5 мм от лимба в сторону экватора (зона III), ключевой особенностью является наличие раневого дефекта сетчатки, при этом его размеры прямо коррелируют с вероятностью развития тяжелых осложнений [87, 117, 148]. В этой связи следует подчеркнуть два основных положения. Первое определяет необходимость первичной обработки входящей хориоретинальной раны при ранениях зоны III вследствие высокой вероятности развития отслойки сетчатки. Второе положение связано с возникновением в стекловидном теле и на сетчатке, в особенности при наличии гемофтальма, затяжного вялотекущего воспалительного процесса, результатом которого являются гипертрофические ретинальные келлоиды, внедряющиеся в окружающие нормальные ткани, до этого не вовлечённые в раневой процесс [141, 166].

Применительно к данному состоянию требует отдельного рассмотрения использование у пациентов с ОТГ современных «щадящих» технологий витреоретинальной хирургии, а также препаратов аутологичной плазмы с низким содержанием лейкоцитов (P-PRP), богатых факторами роста и способствующих быстрому физиологическому процессу восстановления тканей, успешно применяемых при блокировании центральных и периферических разрывов сетчатки [2, 4, 5, 26, 57].

Важно подчеркнуть, что данные литературы указывают на отсутствие комплексного подхода к первичной микрохирургической обработке (ПМХО) ОТГ с учетом наличия раневого дефекта сетчатки, что в целом определяет актуальность совершенствования традиционной методики лечения как в концептуальном плане, так и по отдельным частным направлениям.

Цель работы

Разработка, оценка клинической эффективности и безопасности комплексной методики хирургического лечения проникающих ранений склеры с повреждением сетчатки (зона III).

Задачи работы:

1. Провести анализ этиологических и патогенетических факторов риска развития тяжелых осложнений, определяющих неблагоприятные исходы при ОТГ.
2. Оценить (на основе офтальмоскопии и оптической когерентной томографии) клиническую эффективность применения P-PRP плазмы в ходе первичной обработки раны сетчатки с позиций морфологических особенностей сформированных хориоретинальных рубцов, их влияния на клинико-функциональный исход и вероятность проведения дополнительных вмешательств на сетчатке.
3. Научно обосновать и разработать комплексный подход к хирургическому лечению проникающих ранений склеры с повреждением сетчатки (зона III), включающий проведение субтотальной витрэктомии и обработку хориоретинальной раны в рамках первичной хирургической обработки на основе предлагаемого алгоритма.
4. Оценить (по вероятности возникновения ранних и отдаленных послеоперационных осложнений) безопасность проведения разработанной методики оперативного лечения по сравнению с традиционным алгоритмом у пациентов с открытыми повреждениями склеры и наличием хориоретинальной раны.
5. Провести сравнительную оценку (по разработанной и традиционной методикам) клинической эффективности хирургического лечения пациентов с проникающими ранениями склеры зоны III (с повреждением сетчатки).

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Разработана методика первичной микрохирургической обработки проникающих ранений склеры с повреждением сетчатки (зона III), основанная на комплексном подходе, включающем в себя проведение предлагаемого алгоритма хирургических техник (ушивание фиброзной оболочки, субтотальная витрэктомия, первичная обработка раны сетчатки, состоящая в санации и выравнивании краев, эндолазеркоагуляции, заполнении образовавшегося хориоретинального дефекта P-PRP плазмой с последующей эндотампонадой газовой-воздушной смесью или вязкой жидкостью), практическое применение которого обеспечивает (по сравнению с традиционной методикой), статистически значимо более высокий уровень безопасности и клинической эффективности, что подтверждается снижением вероятности возникновения ранних и отдаленных осложнений, а также более высокими показателями остроты зрения.
2. Основными предикторами неблагоприятных клинико-функциональных результатов лечения открытой травмы глаза являются (по результатам проведенного корреляционного анализа) исходно низкая острота зрения, отслойка сетчатки, гемофтальм, а также размер (более 6 мм) и локализация раны в зоне III, что требует совершенствования подходов к хирургическому лечению в отношении пациентов с данной локализацией повреждения.

Научная новизна

Впервые в офтальмологической практике предложена методика первичной микрохирургической обработки проникающих ранений склеры с повреждением сетчатки (зона III), основанная на комплексном подходе, включающем в себя проведение субтотальной витрэктомии и предлагаемых хирургических техник первичной обработки раны сетчатки, а также применение P-PRP плазмы.

Установлено, что разработанный комплексный подход обеспечивает (по сравнению с традиционной методикой) существенно более высокий уровень безопасности проведения хирургического вмешательства, что подтверждается снижением (на 26-31%, $p < 0,05$) частоты возникновения ранних и отдаленных послеоперационных осложнений.

Определен более высокий (по сравнению с традиционной методикой) уровень клинической эффективности разработанного подхода, что подтверждается существенно (в 2 раза, $p < 0,05$) более высокой МКОЗ в отдаленном (6 месяцев) периоде.

Выявлено, что использование P-PRP плазмы в ходе первичной обработки входного раневого хориоретинального дефекта способствует ускоренной регенерации, мягкому рубцеванию и снижает потребность в повторных витреоретинальных вмешательствах, направленных на борьбу с отдаленными осложнениями.

Теоретическая значимость работы заключается в обосновании положительного воздействия на основные звенья патогенеза ПВР разработанного комплексного подхода к хирургическому лечению проникающих ранений склеры зоны III.

Практическая значимость работы заключается в разработке рекомендаций по применению комплексного подхода к хирургическому лечению проникающих ранений склеры с повреждением сетчатки (зона III).

Методология и методы исследования

В работе использован комплексный подход к оценке результатов, основанный на применении клинико-функциональных и анатомо-топографических показателей.

Степень достоверности результатов

Степень достоверности результатов исследования основывается на

адекватных и апробированных методах сбора клинического материала (127 пациентов, 127 глаз), а также применении современных методов статистической обработки.

Внедрение работы

Результаты диссертационной работы включены в материалы сертификационного цикла и цикла профессиональной переподготовки кафедры офтальмологии Академии постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА (г. Москва), ФГБОУ ВО «УГМУ» (г. Екатеринбург), в практическую деятельность ГАУЗ СО ЦГКБ №23 (г. Екатеринбург).

Апробация и публикация материалов исследования

Основные материалы диссертационной работы были доложены и обсуждены на 20-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные технологии лечения витреоретинальной патологии» (г. Казань, 2023 г.), межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные вопросы офтальмологии» (г. Челябинск, 2023 г.), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Федоровские чтения – 2023» (г. Москва, 2023 г.), «Северо-Кавказском офтальмологическом Саммите» (г. Махачкала, 2023 г.), «IX Евро-Азиатской конференции по офтальмохирургии» (г. Екатеринбург, 2023 г.).

Диссертация апробирована на кафедре офтальмологии Академии постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России (22.11.2023 г.).

Материалы диссертации представлены в 8-и научных работах, из них в 6-и опубликованных в определенных ВАК РФ ведущих рецензируемых научных журналах. По теме диссертационной работы получен патент РФ (RU2791413C1).

Структура диссертации

Диссертация изложена на 106 страницах машинописного текста, состоит из введения, основной части (главы «Обзор литературы», «Материалы и методы исследования», «Результаты исследования и их обсуждение»), заключения, выводов, списка сокращений, списка литературы. Работа, иллюстрирована 8 таблицами, 11 рисунками. Список литературы включает 190 источников, из них 62 отечественных и 128 зарубежных авторов.

ГЛАВА I СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ОТКРЫТОЙ ТРАВМЫ ГЛАЗА ЗОНЫ III (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Общие аспекты открытой травмы глаза

1.1.1. Определение, классификация, эпидемиологические аспекты открытой травмы глаза

На протяжении десятилетий развития современной офтальмологии разработано множество классификаций травмы глаза. В международном офтальмологическом сообществе в настоящий момент общепринятой является классификация, впервые предложенная F.Kuhn и соавторами в 1996 г. под названием ВЕТТ (Birmingham eye trauma terminology) и в дальнейшем доработанная [120, 121, 125, 150]. Её отечественный вариант, учитывающий собственный накопленный опыт представлен группой исследователей в 2003 г. и в настоящий момент широко используется в офтальмотравматологических стационарах страны [14, 56].

В соответствии с классификацией все типы травмы глаза подразделяются на открытые и закрытые, исходя из принципа повреждена ли роговично-склеральная капсула на всю толщину. Таким образом открытая травма глаза (ОТГ) – вид механического повреждения, при котором целостность фиброзной стенки глазного яблока нарушается на всю её толщину [32, 56, 139, 149, 178]. В общей части классификации по механизму и масштабу повреждения выделяется пять типов ОТГ, обозначаемых большими латинскими буквами (А, В, С, D, E), по локализации ранения три зоны (I, II, III), по тяжести нарушения зрительных функций пять степеней (1 - 5). В специальной части классификации устанавливается глубина, обозначаемая малыми латинскими буквами (a,b,c,d) и наличие ранних посттравматических

осложнений (1 - 9). Детальный вид международной классификации ВЕТТ с расшифровкой обозначений представлен в таблице 1 [56, 120].

Таблица 1 – Международная классификация открытой травмы глаза ВЕТТ

Классификация		
По механизму и масштабу повреждений	Тип А	Контузионные разрывы стенки глаза (полнослойная рана, вызываемая тупым предметом)
	Тип В	Проникающие ранения – локальные послойные повреждения стенки глаза без внедрения в полость глаза инородных тел
	Тип С	Проникающие ранения – локальные послойные повреждения стенки глаза с внедрением в полость глаза инородных тел
	Тип D	Сквозные проникающие ранения - с двойным (входным и выходным) прободением стенки глаза
	Тип Е	Смешанные случаи тяжелой политравмы, в том числе разрушение глаза
По локализации повреждений	Зона I	Роговица
	Зона II	Лимб и зона склеры в проекции цилиарного тела
	Зона III	Остальная склера за проекцией цилиарного тела в сторону экватора
По тяжести нарушения зрительных функций	Степень 1	Острота зрения > 0,5
	Степень 2	Острота зрения 0,4 – 0,2
	Степень 3	Острота зрения 0,1 – 0,02
	Степень 4	Острота зрения 0,02 – pr.l.certa
	Степень 5	Острота зрения pr.l. incerta – 0

Продолжение таблицы 1 – Международная классификация открытой травмы глаза ВЕТТ

Классификация		
По глубине поражения	A	Только фиброзная капсула (роговица, склера)
	B	До передней камеры
	C	До задней камеры, хрусталика, радужки
	D	До витреальной полости и внутренних оболочек глаза
По ранним посттравматическим осложнениям	От самой травмы	1 – радужки, хрусталика, угла передней камеры 2 – стекловидного тела и сетчатки 3 – зрительного нерва
	Вследствие травмы сосудов	4 – геморрагическая отслойка сосудистой оболочки 5 – гифема, гемофтальм 6 – наружное кровотечение
	Острая реакция на травму	7 – увеит 8 – эндофтальмит 9 – гипертензия или гипотензия

Травмы органа зрения и его придаточного аппарата имеют значительный удельный вес среди общего числа травм и составляют 3-8% [32]. Современные военные конфликты увеличивают частоту повреждений глаза до 4-10% [10, 16, 23, 36, 38, 44, 56].

По данным Гундоровой Р.А. и соавторов в России и СНГ ежегодно регистрируется около 1,5 млн случаев различных травм органа зрения [20]. Десятилетнее исследование в Новой Зеландии в 2005-2015 гг. показало средний показатель заболеваемости ОТГ 2,8 на 100 000 жителей, другое исследование в Турции выявило 3,5 на 100 000 в год [71, 86].

Несмотря на широкое внедрение в практику высокотехнологичной офтальмологической помощи травмы занимают лидирующие позиции среди

заболеваний глаз, приводящих к инвалидности среди лиц трудоспособного возраста (30% первичных инвалидов) [13, 21, 22], а в общей структуре инвалидности составляют 16,3 % [39].

По литературным данным ОТГ диагностируется в 31-45% случаев среди госпитализированных в офтальмотравматологический стационар в Российской Федерации [9, 18, 45, 46]. Китайское исследование в период с 2010 по 2014 год связало 70,7% с ОТГ среди зарегистрированных травм глаза [179].

1.1.2. Структура глазного травматизма

На базе ГАУЗ СО ЦГКБ 23 г. Екатеринбурга проведен ретроспективный анализ 11151 истории болезни, госпитализированных в офтальмотравматологическое отделение с травмами и их последствиями с целью изучения структуры глазного травматизма в Свердловской области. В результате исследования установлено следующее распределение по типу повреждения: ОТГ диагностирована в 36% случаев, контузии в 34,9%, непрободные ранения в 16,2%, ранения век и орбиты в 7,6%, ожоги в 9,8%. Большинство больных - люди трудоспособного возраста 20-59 лет - 64,7%, что, несомненно, повышает социальную значимость проблемы. Среди пациентов преобладали мужчины - 75,5%, бытовые повреждения (64,3%) преобладали над производственными (20,3%). Среди ОТГ (2 936 случаев) преобладали проникающие ранения роговицы - 1 267 случаев (43,2%), реже встречались корнео-склеральные – 680 (23,2%) склеральные – 579 (19,7%), контузионные разрывы роговицы и склеры – 369 (12,6%) и сквозные ранения – 41 (1,4%) [51].

В Саудовской Аравии аналогичное исследование выявило проникающий тип без внедрения инородных тел в 37,5% случаев; контузионный разрыв оболочек - в 32,5%; сквозные ранения - в 26,7% и проникающий тип с внедрением инородных тел - в 3,3% [132]. В Израиле частота проникающих

ранений с внедрением инородных тел составила 38,1%; контузионный разрыв - 28,9%; проникающие без ИТ - 27,1% и сквозные - 5,9% [116].

По локализации ранения наиболее часто встречаются поражения зоны I, занимая 38,1 – 53% среди ОТГ [116, 146, 163,176]. Поражение зоны II и III встречаются реже и составляют 24,4 – 35,6 % и 17,4 – 20,8 % соответственно [86, 148].

1.1.3. Клиническая характеристика ОТГ и ранние осложнения

Данные литературы показывают широкий диапазон вариаций исходной остроты зрения при поступлении в стационар. В исследовании Teixeira S.M. и соавторов, посвященном изучению прогностических факторов ОТГ, приведены следующие показатели: отсутствие светопроекции (зрение 0)/pr.incerta отмечены в 17,2 % случаев, от pr.certa до 0,08 - в 62,9%, от 0,1 до 0,4 – в 12,1% и выше 0,5 – в 7,8% [171]. Статистические данные, представленные Court J.H. с соавторами показывают аналогичные исходные визуальные показатели: отсутствие светопроекции – 14,3 % случаев, от pr/certa до 0,04 – 44,4 %, от 0,05 до 0,1 – 6,9 %, от 0,1 до 0,4 - 16,9%, от 0,5 и выше - 17,5% [86].

ОТГ характеризуется выраженным полиморфизмом повреждений и патологических изменений различных внутриглазных структур. Анализ нескольких независимых исследований показал, что при первичном осмотре частота выявленных повреждений вследствие воздействия травмирующего агента и ранние осложнения, обусловленные травмой, распределяются следующим образом: гифема отмечается в 22 – 48,8 % случаев; выпадение, ущемление оболочек, стекловидного тела в 37 - 52,4%; аниридия, иридодиализ, надрывы сфинктера, колобомы радужки в 9 – 14%; травматическая катаракта в 41 – 51,7%; повреждение цилиарного тела в 28,2 – 34 %; гемофтальм в 31 – 50,4%; отслойка сетчатки в 8,4 – 10 %; геморрагическая отслойка сосудистой оболочки, ретинальные и

субретинальные геморрагии в 1,5 – 2,4 %; внутриглазная инфекция (увеит с гипопионом, эндофтальмит) в 8,9 – 13 %, внутриглазное инородное тело (свободное или вколоченное в задний полюс) в 25 - 31,7 % [7, 41, 110, 111, 132, 152, 164].

Проводимые бактериологические исследования свидетельствуют о том, что внутриглазная посттравматическая инфекция представлена одним видом того или иного микроорганизма в большинстве случаев (82 – 94 %), двумя и более лишь в 6 – 18 % [1, 95]. При моноинфекции наиболее частыми возбудителями являются грамположительные *Streptococcus* (*epidermidis*, *viridans*, *oralis*), *Staphylococcus* (*aureus* и другие), которые выделяются в 47 - 64% случаев. *Bacillus cereus* отмечается в 18 – 24% посевов, *Propionibacterium* в 14 – 18%. *Corynebacterium*, *Pseudomonas*, *Clostridium* и другие встречаются реже [1, 7, 65, 91, 95, 190].

1.1.4. Традиционный подход к хирургическому лечению ОТГ

В соответствии с принципами хирургии обработка раны является первичной, когда проводится в первые 3 - 4 суток, то есть до начала формирования грануляций и выраженных фибропластических процессов, при этом по срокам подразделяется на раннюю (первые сутки), отсроченную (вторые сутки) и позднюю (3 - 4 сутки). Обработка раны в более поздние сроки считается вторичной и включает в себя иные хирургические пособия [17, 22, 47].

Традиционный подход к хирургическому лечению ОТГ предполагает проведение первичной микрохирургической обработки (ПМХО) в соответствии с принципами восстановления герметичности глазного яблока, нормального анатомического соотношения внутриглазных структур и удаление некротизированных нежизнеспособных тканей, размозжённых оболочек. Для этого поэтапно проводятся следующие мероприятия: очистка и ревизия раневого канала с уточнением его параметров (размер,

протяженность, глубина), щадящее иссечение выпавших некротизированных оболочек или вправление жизнеспособных, наложение швов (узловых, непрерывных, комбинированных) с целью герметизации фиброзной капсулы. При наличии гифемы одномоментно проводится промывание передней камеры, при набухающей катаракте – экстракция хрусталика, при наличии инородного тела в раневом канале или внутри глаза – его удаление, при выраженном внутриглазном воспалительном процессе - введение антибиотика в переднюю камеру или интравитреально. Все последующие манипуляции, направленные на восстановление прозрачности оптических сред, реконструкцию поврежденных внутриглазных структур и предотвращение необратимых последствий проводятся через 7-14 дней в составе ранней реконструктивной хирургии. К ним относятся пластические операции в передней камере глаза, различные витреоретинальные вмешательства [22, 32, 56, 96, 99, 135].

Поздняя реконструктивная витрэктомия выполняется пациентам с отдаленными осложнениями травмы, такими как витреофиброз, пролиферативная витреоретинопатия, в том числе с отслойками сетчатки [56, 114, 160].

Вопрос о проведении первичной энуклеации или эвисцерации решается при разрушениях глазного яблока в случаях, когда нет возможности восстановить его целостность [56, 113, 183].

1.1.5. Клинико-функциональные исходы ОТГ и поздние осложнения

Литературные данные показывают широкий диапазон вариаций результатов конечной остроты зрения в исходах ОТГ. По данным трех независимых статистических исследований с контролем окончательной остроты зрения через $7,6 \pm 5,5$ месяцев после стационарного лечения отсутствие светопроекции (зрение 0) отмечено в $20,5 \pm 11,4$ % случаев. Отсутствие предметного зрения с сохраненной светопроекцией выявлено в

11,5 ± 0,8 % случаев. Третья степень нарушения зрительных функций (острота зрения 0,02 – 0,09) отмечена в 18,3 ± 4,2 % случаев. Легкая потеря зрительных функций с конечной остротой зрения более 0,1 отмечены у 47,1 ± 8,5 % пациентов [116, 132, 171].

Энуклеация или эвисцерация проводится в среднем в 8,8 + 2,5 % (1,2% первичные; 7,6% в отсроченном периоде) в связи с разрушениями глазного яблока, тяжелыми панофтальмитами, субатрофиями, высоким риском (или развитием) симпатической офтальмии [86, 116, 146].

Таким образом, подводя итог функциональных исходов ОТГ, около 30% глаз не участвуют в зрительном акте, ввиду отсутствия предметных визуальных функций; около 10% подвергаются энуклеации в ходе ПМХО или в отдаленном посттравматическом периоде.

Ввиду полиморфизма ОТГ множество стартовых предоперационных факторов определяет исходы ОТГ. К наиболее значимым из них относятся возраст, сроки проведения ПМХО после травмы, начальная (предоперационная) острота зрения, размеры проникающей раны и ее зональная локализация (зоны I, II или III), наличие/отсутствие отслойки сетчатки, гемофтальма, повреждений радужки и цилиарного тела, внутриглазной воспалительный процесс и его характер [151, 156, 162, 174].

ОТГ наблюдаются во всех возрастных группах, однако наиболее распространены среди трудоспособного населения 35-45 лет. Считается, что у возрастных и пожилых пациентов фоновые заболевания глаз, системные заболевания, а также перенесенные ранее операции на глазах оказывают негативное влияние на прогноз ОТГ и процесс заживления. В соответствии с несколькими исследованиями в литературе, риск получить окончательную остроту зрения после лечения ниже 0,1 у пациентов в возрасте 50 лет и старше в среднем в 5,5 раза выше, чем у пациентов в возрасте 18 лет и моложе [94, 153, 154, 186].

Peleja M.B. с соавторами исследовали исходы ОТГ в зависимости от свежести травмы и сроков проведенной ПМХО. Анализ данных 359 пациентов показал отсутствие значимой связи с тяжелой потерей зрения в группах 1 (ПМХО до 12 часов после травмы), 2 (ПМХО от 12 до 24 часов) и 3 (ПМХО от 24 до 72 часов). Однако группа 4 (ПМХО в сроки более 72 часов) имела значимую связь, увеличивающую вероятность серьезной потери зрения [148].

Ретроспективная оценка функциональных исходов 365 пациентов с ОТГ была проведена Yalcin Tok с соавторами. Оказалось, что итоговая острота зрения через 6 и более месяцев была высокой (0,5 или выше) у 79,2% пациентов с хорошими исходными визуальными показателями (0,1 или выше). При начальном же значении остроты зрения $pr.l.certa$ и ниже, конечные функциональные значения, превышающие 0,1, были достигнуты лишь в 7,1% случаев [186]. Аналогичное исследование 298 пациентов, проведенное Meng и соавторами показало схожие результаты. По данным авторов в глазах с начальной остротой зрения выше 0,1, в большинстве случаев наблюдалось улучшение визуального исхода и в 74% показатели остроты достигали 0,5 и выше. Однако у большинства пациентов с начальным визусом “светопроекция” и ниже, конечная острота была низкой и ухудшилась в 53 % случаев, причем в 20,5 % проведена энуклеация в течение 6 месяцев и в 21 % развилась субатрофия [134].

Одним из важных аспектов ранения, влияющих на исходы, является зональная локализация, ввиду анатомических и функциональных особенностей, определяющих развитие поздних посттравматических осложнений. Пациенты с повреждениями зоны I, составляющие самую частую группу повреждений, достоверно имеют более высокий уровень визуальных показателей в исходе ОТГ, чем пациенты с повреждениями зоны II или зоны III, встречающихся реже.

Thakker и соавторы выявили, что через 2-3 месяца после ОТГ зоны I

острота зрения выше 0,4 отмечена у 45% пациентов, при поражении зоны II, III лишь у 23,3%. При этом нарушение зрения при ранениях зоны I были связаны с травматической катарактой в 54,9% случаев, рубцовым помутнением роговицы - в 50,0%, рубцовым астигматизмом - в 14.6%. Ведущими ограничивающими изменениями при повреждениях зон II и III были травматическая катаракта в 43,0% случаев, отслойка сетчатки – в 31,4%. ОТГ зон II и III также приводили к более высоким показателям энуклеации, чем ранение зоны I (16,3% против 2,4%) [172]. Данные результаты подтверждаются другими исследователями в своих публикациях [94, 133, 165, 186].

Пациенты с проникающими ранениями размером менее 5 мм имеют статистически значимый лучший прогноз, чем пациенты с ранами более 5 мм, что связано с обширностью повреждения различных внутриглазных структур и высокой вероятностью поражения задних отделов глаза [98, 156, 173]. Кроме того корейские исследователи Han S.B. и Yu H.G. установили, что увеличение длины раны достоверно коррелирует с ухудшением визуального исхода [103].

1.2 Особенности открытой травмы глаза с локализацией в зоне III

1.2.1. Анатомо - топографические особенности ранений зоны III и их клиничко - функциональные исходы

Особенности ранений зоны III обусловлены повреждением таких важных структур как цилиарное тело, сетчатка, стекловидное тело и процессы, происходящие в результате их поражений, зачастую играют ключевую роль в течении раневого процесса.

Группа исследователей, разработавших современную классификацию травмы глаза, определила ранения зоны III как те, которые выходят за пределы 5 мм от лимба [121, 150], что представлено на рисунке 1.

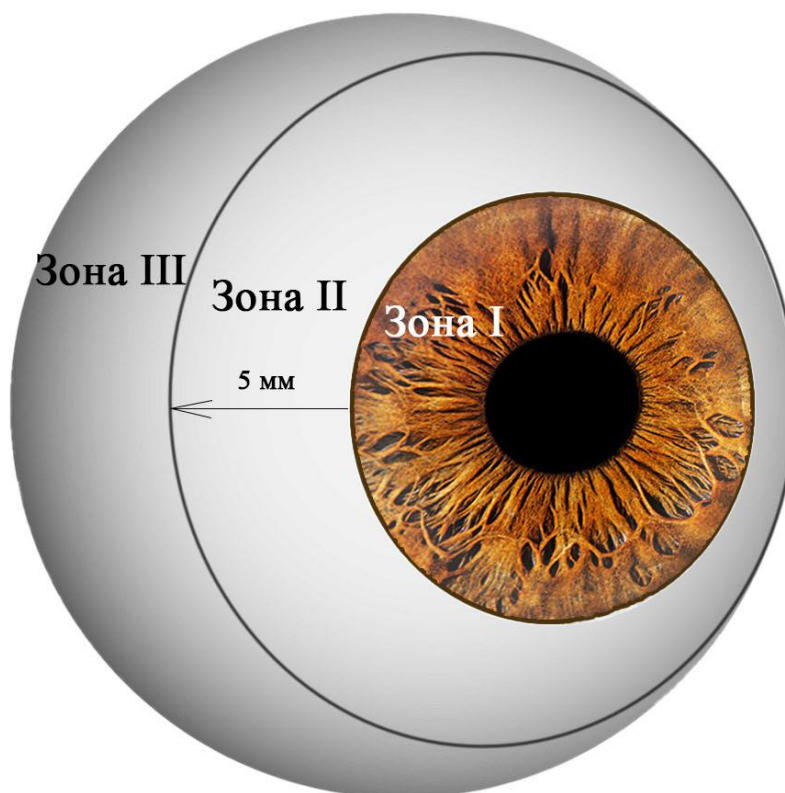


Рисунок 1 – Локализация зоны III

Предполагается, что начало зоны III соответствует проекции, в которой заканчивается плоская часть цилиарного тела и начинается сетчатка, однако размеры цилиарного тела варьируют в зависимости от длины глазного яблока. В эметропичном глазу переднезадняя длина цилиарного тела с височной стороны составляет около 6 мм, с носовой стороны около 5 мм. Зубчатая линия соответствует краю цилиарного тела и располагается темпорально - в 7,5 мм от лимба, назально – в 6,5 мм. При гиперметропиях размеры меньше, при миопиях больше [31, 43, 72, 88]. Проекция *ora serrata* на склере фактически совпадает с начальными точками прикрепления прямых мышц, которые могут служить ориентиром [163].

Внутриглазные структуры, располагающиеся в зоне II и зоне III богаты кровеносными сосудами и в большинстве случаев сопровождаются гемorragиями. Agrawal R. и соавторы в исследовании пациентов с ОТГ зоны III отмечали наличие гифемы в 85,7% случаев, гемофтальм в 71,4%, что на порядок выше средних значений по ОТГ в целом [64].

Ранения склеры, располагающиеся за ora serata приводят к выпадению стекловидного тела и, в дальнейшем, к его патологической фиксации и формированию шварт [22, 77].

Разрывы сетчатки в результате прямой травмы зачастую не поддаются визуализации, ввиду наличия гемофтальма и способствуют развитию ранних осложнений. Knyzer В., наблюдая группу больных с ранениями зоны III, выявил отслойку сетчатки у 42% [117]. Схожие результаты получены Argoyo и соавторами в 2003 г. (53%) [69].

Ряд исследований продемонстрировали, что повреждения заднего отдела связано, по крайней мере, с четырехкратным увеличением вероятности отслоения сетчатки [79, 128, 172]. Stryjewski, T. P., Andreoli, C. M., Elliott, D. разработали инструмент скрининга вероятности развития отслойки сетчатки после ОТГ, который учитывает зону повреждения, наличие/отсутствие ВГИТ и кровоизлияния в стекловидное тело [169]. Данное исследование основано на изучении раневого процесса 893 пациентов с ОТГ и представляет из себя ценную информацию для тактики и профилактических мероприятий.

В целом повреждения зоны III связаны с наиболее неудовлетворительными анатомическими и функциональными результатами среди ОТГ различных локализаций. Fujikawa A. в своем исследовании 2018 г. выявил корреляцию окончательных анатомических результатов лечения с зоной повреждения, причем большее расширение раны кзади приводило к худшему конечному результату [98]. Madhusudhan A.L. с соавторами в исследовании 220 пациентов установили, что пациенты с ранениями, простирающимися за экватор глазного яблока, имели в двадцать раз больший риск конечной остроты зрения менее 0,05 в сравнении с локализацией кпереди от ora serata [131].

Анатомические особенности зоны III обуславливают высокий риск развития характерных поздних посттравматических и послеоперационных осложнений, из которых стоит отметить пролиферативную

витреоретинопатию (ПВР), посттравматическую вторичную глаукому (ПТГ), посттравматический увеит.

Раневые процессы при ОТГ могут протекать ареактивно (без выраженной воспалительной реакции), сопровождаться инфекционным или асептическим увеитом [6, 12, 40]. Марачева Н.М. в 2010 изучала клинические особенности течения посттравматического увеит в зависимости от локализации входной раны. Исследовав 629 пациентов было установлено, что в раннем посттравматическом периоде асептический увеит развивался у 79,9% пациентов с ранением зоны III, а при локализациях I, II, III (корнеосклеральные раны) – в 91,2% [42]. При этом неосложненное течение увеита (серозный экссудат) отмечено в 51,3% среди асептических увеитов при ОТГ зоны III, а осложненное течение (воспаление с высокой долей фибринозно-пластического компонента) – в 48,7% [40].

Другое позднее посттравматическое осложнение, которое может оказать существенное влияние на исход ОТГ зоны III связано с развитием ПТГ. Часто манифест повышения внутриглазного давления после ОТГ связан с воспалительными процессами, в особенности фибринозно-пластического характера, что приводят к образованию передних синехий и закрытию угла передней камеры. Трабекулярная сеть, фильтрующая внутриглазную жидкость, может быть закупорена клетками крови вследствие наличия гифемы или гемофтальма, хрусталиковыми массами вследствие повреждения капсул хрусталика. Ранения радужки и угла передней камеры ведут к деорганизации трабекул с развитием рецессии угла передней камеры [19, 37].

Girkin С.А. и соавторы изучили истории болезни 3627 пациентов с ОТГ, в результате выявив частоту посттравматической глаукомы в 2,67% среди ОТГ в течение 6 месяцев [100]. По данным Гундоровой Р.А. больные с посттравматической глаукомой составляют порядка 6,2% стационарных больных в офтальмотравматологических отделениях [21]. Turalba A.V. и соавторы в 2014 году связали 23,3% посттравматических декомпенсаций ВГД

с ОТГ зоны III, и как наиболее частой причиной ее развития при данной локализации названы гемофтальмы [175].

Из факторов, повышающих риск развития ПТГ были отмечены пожилой возраст, повреждение хрусталика, острота зрения при поступлении ниже 0,1, а также воспалительные процессы в передней камере, которые независимо друг от друга повышали вероятность стойкого повышения внутриглазного давления [100, 143, 144].

Наиболее частой причиной неблагоприятных исходов при ОТГ зоны III является развитие ПВР [85, 136, 184]. По данным исследования Cardillo J.A. ПВР сопровождает 65% проникающих ранений с локализацией в зоне III, при которых рана уходит за линию прикрепления прямых мышц в сторону экватора [77].

1.2.2. Проллиферативная витреоретинопатия, как основная причина неблагоприятных исходов открытой травмы глаза зоны III

ПВР представляет собой сложный клеточный процесс, который характеризуется образованием мембран на поверхности сетчатки и под ней, их пролиферацией и сокращением, а также развитием интратретинальной дегенерации и характерных изменений в стекловидном теле [28, 55, 167].

Современная классификация ПВР, являющаяся общепризнанной и учитывающая фундаментальные основы патогенеза, предложены Machemer R. и соавторами в 1991 году [130]. Согласно данной классификации, выделяется 3 стадии процесса:

А – помутнения в стекловидном теле, оседание пигментных глыбок в слоях стекловидного тела и на поверхности сетчатки.

В – ригидность и сморщивание поверхности отслоенной сетчатки, заворачивание краев ретинальных разрывов.

С – образование фиксированных складок сетчатки, субретинальных тяжей.

Стадия С в свою очередь подразделяется на 2 типа:

- передний тип (С anterior) – пролиферативные мембраны и тяжи развиваются кпереди от экватора, при их сокращении периферические участки отслоенной сетчатки смещаются в сторону цилиарного тела и хрусталика [22, 25, 59, 89, 106, 136, 167].

- задний тип (С posterior) – развивается кзади от экватора, мембраны и пролиферативные тяжи на задней гиалоидной мембране, поверхности сетчатки, субретинально, при их сокращении формируются локальные или диффузные фиксированные складки сетчатки [22, 29, 34, 107, 161, 185].

Также выделяется 5 типов сокращения пролиферативной ткани при стадии С: фокальный, диффузный, субретинальный – характерны для С posterior; круговой, переднее смещение – характерны для С anterior [22, 130].

При ранениях зоны II в процесс вовлечены повреждение базального витреума, цилиарного тела и образование пролиферативных мембран происходит на переднем гиалоиде. Их сокращение приводит к подтягиванию периферических отделов сетчатки к цилиарному телу и хрусталику с образованием характерного кольца, а затем воронки. Процесс усугубляется тракционной отслойкой цилиарного тела с развитием гипотонического синдрома [62, 109, 119, 141].

Для изолированных ранений зоны III характерно образование пролиферативных тяжей по ходу раневого канала и образование мембран на заднем гиалоиде, поверхности сетчатки и субретинально. Активное участие в этом процессе принимают фибробласты, клетки пигментного эпителия, которые попадают в стекловидное тело и на заднюю гиалоидную мембрану из открытой хориоретинальной раны. Формируются звездчатые складки сетчатки, фокальные или диффузные, а также субретинальные тяжи [48, 141, 155, 184]. Ранения зоны III, комбинированные с зоной II, создают условия для развития передней и задней ПВР [119].

Ференц Кун и его коллеги в 2002 году, проводя анализ 2500 пациентов с

травмой глаза, выделили факторы повышенного риска развития ПРВ при ОТГ [126], в последующем они были дополнены в ходе дальнейшего изучения. К ним относятся: длина проникающей раны более 6 мм, наличие массивного гемофтальма, ранение заднего полюса (зоны II и III), наличие отслойки или разрывов сетчатки, внутриглазная инфекция, отслойка сосудистой оболочки (в т.ч. геморрагическая) [78, 98, 109, 127].

Таким образом обширные проникающие ранения зоны III размером более 6 мм с наличием субтотального или тотального гемофтальма сочетают в себе несколько факторов риска и имеют высокий риск развития ПРВ.

Физиологическое заживление поврежденных тканей включает воспаление, которое развивается как ответ на альтерацию (травму), а воспалительная реакция в свою очередь создает условия для пролиферации и регенерации. При наличии факторов риска создаются условия для запуска затяжного, вялотекущего пролиферативного ответа, который и является началом ПРВ. Таким образом факторы, приводящие к развитию ПРВ начинают действовать в ответ на альтерацию (повреждение тканей) сразу после полученной травмы.

В экспериментальных исследованиях Эль Жухадар В.Х., Шишкина М.М., посвященных изучению раневого процесса с зависимости от локализации склеральной раны установлено, что при ранениях, сопровождающихся повреждением базиса стекловидного тела и цилиарного тела, грубые шварты отмечаются уже на 10 день в 59% случаев, на 14 день в 71%, на 21 день в 91% [62].

Пик затяжных пролиферативных процессов приходится на 3 - 4 месяца при ОТГ [77, 87, 141].

1.3. Современные методы профилактики пролиферативной витреоретинопатии при открытой травме глаза зоны III

1.3.1. Пломбирование и баллонирование

Поскольку ПВР сопровождает от 40 до 65% случаев ОТГ разной тяжести и локализации, проводить профилактику ее развития представляется более целесообразным, чем борьба с развившимися необратимыми последствиями, в особенности при наличии факторов высокого риска [77, 85].

Шишкин М. М., Бойко Э. В., Долгих В. М., Эль Жухадар В. Х. в начале 2000-х годов проводили масштабные исследования профилактического применения кругового эписклерального пломбирования при ПМХО ОТГ с локализацией в области цилиарного тела и базального витреума (зона II). В результате применения круговых пломб удалось в 1,5 раза уменьшить риск развития ПВР тип anterior в сравнении с хирургическим лечением без пломбирования, а также снизить риск развития отслойки сетчатки в 1,4 раза, субатрофии глазного яблока - в 1,8 раз [24, 58, 59, 62].

Механизм профилактического воздействия круговой пломбы связан с формированием кругового вала вдавления, ослаблением тракционных воздействий в области базального витреума и зарождающейся передней ПВР. Cohen D. в 2014 г. исследовал применение кругового пломбирования при ОТГ, в результате получены значимо более низкие показатели ПВР (5,3% - с пломбированием; 38,4% - без пломбирования) и снижение частоты отслойки сетчатки (15,8% против 41,1%) [83]. Warrasak S. также отмечает положительное влияние на частоту развития ПВР [180].

В 2008 г. работы Степанянца А.Б. о применении баллонирования склеры при обширных ОТГ позволили улучшить результаты [52, 53].

Кпуazer В. с коллегами в работе, посвященной лечению ОТГ зоны III обнаружили сходные показатели развития отслойки сетчатки с ПВР при

использовании техники кругового пломбирования и без нее [117]. Авторы связывают отсутствие статистических различий в частоте развития отслойки сетчатки именно с ПВР тип posterior, которая характерна для ранений зоны III и при которой эффективность кругового пломбирования представляется мало результативной. Аналогичные результаты получены и другими исследователями [69, 168].

При ранениях склеры зоны III, а также после диасклерального удаления вколоченных инородных тел применяется экстрасклеральное вдавление локальной пломбой или биоматериала "Alloplant", что снижают риск развития тяжелых осложнений, в том числе ПВР в месте входящей раны [8, 50]. Недостатком данной методики является воздействие лишь на один из компонентов патогенеза ПВР (снижает риск отслойки сетчатки, вследствие разрыва), следовательно его применение ограничено случаями с низким риском развития ПВР.

1.3.2. Ранняя витрэктомия

В настоящее время сроки выполнения витрэктомии представляют предмет дискуссий и имеют широкий диапазон рекомендаций. Часть специалистов считают необходимым провести субтотальную витрэктомию до 3 - 4 дней [122, 124, 127, 189], другие считают целесообразным отсрочить до 7-14 дней [22, 56, 63, 81, 129, 187, 188], третьи рекомендуют позднее витреоретинальное вмешательство в сроки более 14 дней [99, 105, 160].

Сторонники ранней витрэктомии ссылаются на экспериментальные исследования на животных моделях ОТГ, показывающие пролиферативную активность фибробластов через 3 - 4 дня после травмы и эффективность быстрого удаления гемофтальма и поврежденного стекловидного тела, снижая тем самым вероятность образования пролиферативных мембран [62, 82, 84, 112, 137]. Приверженцы отсроченного витреоретинального вмешательства ссылаются на риск массивного кровотечения при свежей ОТГ

в ближайшие дни после травмы и техническую простоту выполнения витрэктомии через 1 - 2 недели из-за высокой вероятности отслойки задней гиалоидной мембраны и разжижения сгустков при геморрагической отслойке сосудистой оболочки [22, 101, 159].

Han L., Jia J., Fan Y. исследовали 305 пациентов, которым проводилась субтотальная витрэктомия по поводу ОТГ [102]. Многофакторный анализ показал, что сроки витрэктомии были тесно связаны с частотой развития ПВР, которая соответствовала 33,3% в группе 1 (витрэктомия до 4 дней), в группе 2 (витрэктомия на 5-7 день) составляла 61,1%; в группе 3 (витрэктомия на 8-14 дни) - 71,8%; в группе 4 (витрэктомия в сроки более 2 недель) - 70,0%. Данное исследование подчеркивает прямую связь проведения ранней витрэктомии со снижением частоты ПВР, что согласуется с исследованиями других авторов [104, 122, 127].

В пользу раннего витреоретинального вмешательства выступает время развития ранних травматических отслоек сетчатки, при которых отсрочка операции чревата серьезными последствиями. Так, в исследовании Stryjewski T.P. с соавторами, которое включало 893 пациента, установлено, что отслойка сетчатки диагностируется в течение 24 часов после ПМХО в 27% случаев, в течение 1 недели – в 47% случаев [169].

Chen X. с коллегами изучили влияние сроков проведения витрэктомии по поводу ОТГ на толщину слоя нервных волокон сетчатки и установили, что раннее витреоретинальное вмешательство незначительно снижает толщину и достоверно повышает функциональные результаты. Напротив, при позднем проведении витрэктомии толщина слоя нервных волокон снижается значительно, приводя к травматической оптической нейропатии [80].

1.3.3. Обработка хориоретинальной раны

Цель посттравматических пролиферативных реакций организма защитная и регенеративная, их результатом является образование рубца. Обычные

рубцы состоят из нормальной соединительной ткани и обладают эластичностью. Гипертрофические рубцы формируются при избыточном синтезе коллагена и состоят из плотной фиброзной ткани [47]. При наличии факторов риска в стекловидном теле и на сетчатке затяжной, вялотекущий воспалительный процесс переходит в ПВР, результатом которого являются гипертрофические ретинальные келлоиды, внедряющиеся в окружающие нормальные ткани, до этого не вовлечённые в раневой процесс [141, 147, 166, 177].

Одним их важнейших компонентов длительного вялотекущего заживления ран с запуском пролиферативного мембранообразования является открытый дефект сетчатки (разрыв или рана) и его размеры прямо коррелируют с вероятностью развития ПВР [67, 87, 92, 117, 148]. Наличие входящей хориоретинальной раны при ранениях зоны III и высокая вероятность развития ПВР тип posterior по ходу раневого канала, диктует необходимость ее обработки.

Проблему фокальных пролифераций, исходящих от хориоретинальной раны, попытался решить F.Kuhn, предложив проведение локальной профилактической хориоретинэктомии в пределах здоровых неповрежденных тканей [123, 124]. Метод показал высокую эффективность и позволил снизить частоту ПВР при ранениях зоны III [140, 145, 182]. Однако при обширных входных хориоретинальных дефектах, а также ранах, близко расположенных к таким важным структурам, как макулярная область и диск зрительного нерва, данный метод чреват тяжелыми необратимыми последствиями [97, 123].

Создание условий для ускорения заживления ран, регенерации, соответственно снижение риска затяжного пролиферативного процесса выступает следующей ступенью в развитии витреоретинальных технологий при ОТГ. Щадящие методы с максимальным сохранением окружающих тканей, способствующие ускоренному заживлению хориоретинальных

дефектов, регенерации, и, соответственно снижение риска тяжелых осложнений служат фокусной точкой для будущих исследований.

В плановой витреоретинальной хирургии хорошо зарекомендовали себя препараты аутологичной плазмы, богатые факторами роста и способствующие быстрому физиологическому процессу восстановления тканей сетчатки. Плазма богатая тромбоцитами, platelet rich plasma (PRP) широко используется в хирургии макулярных разрывов [26, 57, 61, 68]. Механизмы воздействия PRP плазмы при разрывах сетчатки представлены на рисунке 2.

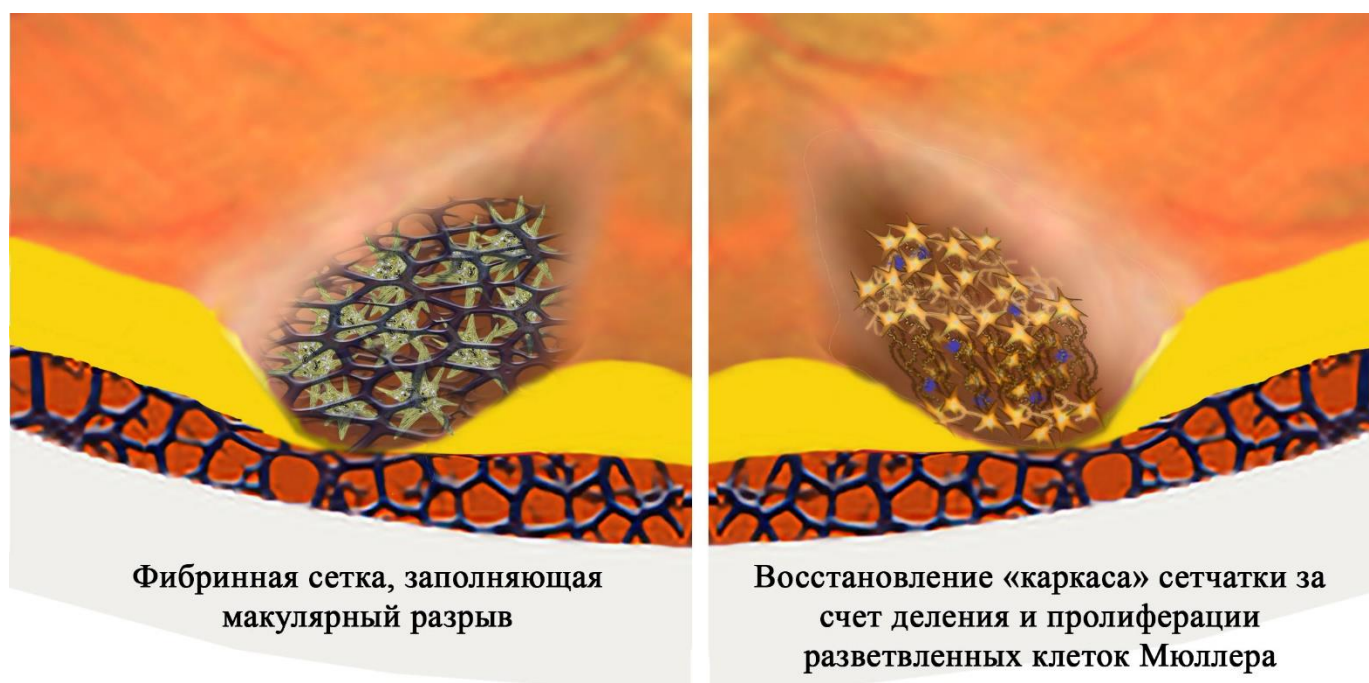


Рисунок 2 – Механизмы воздействия PRP плазмы на разрывы сетчатки

Также проводятся исследования применения аутологичных тромбоцитов при лечении отслоек сетчатки, в том числе с гигантскими разрывами и обширными отрывами от зубчатой линии, а также в рецидивирующих случаях [2, 4, 27, 142].

Согласно международной классификации, все препараты PRP подразделяются на 4 типа:

- P-PRP – Pure Platelet Rich Plasma – чистая обогащенная тромбоцитами плазма

- L-PRP - Leucocyte Platelet-Rich Plasma – плазма обогащенная лейкоцитами и тромбоцитами

- P-PRF - Pure Platelet-Rich Fibrin - чистый обогащенный тромбоцитами фибрин

- L-PRF - Leucocyte Platelet-Rich Fibrin обогащенный лейкоцитами и тромбоцитами фибрин.

Причем P-PRP- и L-PRP относятся к жидким формам, а P-PRF и L-PRF – к гелеобразным [49, 90].

Среди изученных факторов роста, содержащихся в PRP плазме, стоит отметить: тромбоцитарный фактор роста (PDGF), трансформирующий фактор роста β (beta) (TGF), инсулиноподобный фактор роста 1 (IGF1), тромбоцитарный фактор 4 (PF4), эпидермальный фактор роста (EGF), факторы роста эндотелия сосудов (VEGF), фактор роста фибробластов (bFGF) [76, 118, 181].

В лечении витреоретинальной патологии используются жидкие формы P-PRP и L-PRP в связи с легкостью доставки данных препаратов через тонкие канюли с силиконовым наконечником 25G – 27G.

Особенностью L-PRP является высокая концентрация лейкоцитов, содержание которых благоприятно при плановом закрытии гигантских ригидных макулярных разрывов, но неблагоприятно для блокирования периферических обширных разрывов сетчатки с отслойками, ввиду нежелательного дополнительного воспалительного компонента.

Арсютов Д.Г. проводил всесторонние исследования одного из вариантов P-PRP плазмы, называемой АСР – плазма (аутологичная кондиционированная

плазма) [2, 3, 4, 5]. Данный аутологичный препарат практически лишен лейкоцитарного компонента, а представляет собой густую взвесь тромбоцитов в небольшом объеме плазмы крови.

В исследовании молекулярных и биологических аспектов разных типов аутологичных плазм, проведенном Крупиной Е.А. с соавторами выявлено, что в АСР концентрация лейкоцитов была меньше в 185,71 раза, чем в L-PRP [35]. Этот факт и отсутствие антикоагулянта в АСР (P-PRP) является важным критерием в профилактике агрессивной воспалительной реакции в результате ее применения.

В своем исследовании 2019 г. Арсютов Д.Г. провел анализ эффективности АСР при блокировании ретинальных дефектов у 27 пациентов с регматогенными отслойками сетчатки и наличием гигантских периферических разрывов и отрывов от зубчатой линии. В результате полное прилегание сетчатки на протяжении 1 года было отмечено в 85,2% случаев, а 14,8% - проведена повторная операция по поводу рецидива, которая привела к полному ее прилеганию [2].

Дальнейшее изучение P-PRP плазмы и возможность ее применения при ОТГ представляется перспективным направлением ввиду щадящего воздействия на ткани сетчатки, безопасности аутологичного препарата, а также содержания целого набора факторов роста, участвующих в регенерации.

1.4. Резюме

Обширные проникающие ранения склеры с повреждением сетчатки (зона III), с наличием массивных гемофтальмов, приводят к низким функциональным исходам, сочетают в себе множество факторов риска развития ПВР, нуждаются в ее профилактике и комплексном подходе к лечению. Такие ранения следует рассматривать как двухслойные (склеральный слой, хориоретинальный слой).

Традиционный подход к ПМХО предполагает ушивание фиброзной оболочки, а дальнейшие реконструктивные вмешательства проводятся отсрочено через 7-14 дней. Таким образом необработанный хориоретинальный дефект остается без внимания на протяжении 1-2 недель и способствует патологической фиксации стекловидного тела, выходу клеток пигментного эпителия, в результате приводя к отслойке сетчатки и запуску затяжного пролиферативного процесса.

Применение современных методов профилактики ПВР снижают риск ее развития, однако не всегда приводят к желаемым функциональным результатам и не дают полной гарантии благоприятного исхода. Дальнейшее совершенствование методов лечения должно быть сфокусировано на комплексной профилактике ПВР при наличии высокого риска, путем воздействия на известные звенья патогенеза.

ГЛАВА II МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Общая характеристика клинического материала

Исследование выполнялось на базе ГАУЗ СО ЦГКБ № 23 г. Екатеринбурга в период с 2019 г. по 2023 г. Под нашим наблюдением находились пациенты с ОТГ различной локализации и различными клинико-функциональными характеристиками. Выполнено три серии клинических исследований.

Первая серия была направлена на анализ и выявление этиологических и патогенетических факторов риска развития тяжелых осложнений, определяющих неблагоприятные исходы при ОТГ. Для решения поставленной задачи проведено ретроспективное одномоментное исследование на основе анализа историй болезни 255 пациентов за 2019-2020 гг. (89 % - мужчин; 11 % - женщин) в возрасте от 18 до 79 лет (средний возраст $37,94 \pm 14,3$ года) с ОТГ различной локализации и различными клинико-функциональными показателями. Анализ проводился по 14 критериям (пол, возраст, острота зрения при поступлении в стационар, время ПМХО после травмы, локализация раны, размеры раны, наличие гифемы, травмы радужки, хрусталика, наличие гемофтальма, отслойки сетчатки, внутриглазного инородного тела, эндофтальмита, отслойки сосудистой оболочки) с целью выявления их связи с неблагоприятными клинико-функциональными исходами. Оценка влияния тех или иных показателей на исход лечения проводилась в соответствии со стандартными методами статистической обработки данных.

Вторая серия клинических исследований выполнялась с целью оценки (на основе офтальмоскопии и оптической когерентной томографии) клинической эффективности применения Р-PRP плазмы в ходе первичной обработки раны сетчатки с позиций морфологических особенностей сформированных хориоретинальных рубцов, их влияния на клинико-функциональный исход и вероятность проведения дополнительных вмешательств на сетчатке.

Третья серия исследований проводилась с целью научного обоснования, разработки, сравнительной оценки безопасности и клинической эффективности комплексного подхода к ПМХО проникающих ранений склеры с повреждением сетчатки (зона III) по сравнению с традиционным подходом к хирургическому лечению.

Критериями включения пациентов второй и третьей серии клинических исследований являлись:

- ОТГ с захватом зоны III (случаи проникающих склеральных и корнеосклеральных ранений, при которых склеральная часть раны уходит дальше 5 мм от лимба в сторону экватора и, вероятно, наличие раны сетчатки)
- Общая длина раны более 6 мм, что соответствует обширному ранению
- Наличие субтотального/тотального гемофтальма (хориоретинальная рана не визуализируется офтальмоскопически)
- 4 и 5 степень тяжести нарушения зрительных функций (острота зрения при поступлении от pr.l.incerta до 0,02)
- Сроки поступления в стационар и проведение ПМХО после травмы до 3 суток (временные рамки первичной хирургической обработки)

Из исследования исключены пациенты со следующими критериями:

- Полное отсутствие светоощущения (острота зрения 0)
- ОТГ без захвата зоны III (отсутствие раны сетчатки)
- Наличие частичного гемофтальма или его отсутствие (хориоретинальная рана визуализируется офтальмоскопически)

Примеры пациентов с ОТГ по описанным критериям представлены на рисунках 3 и 4.

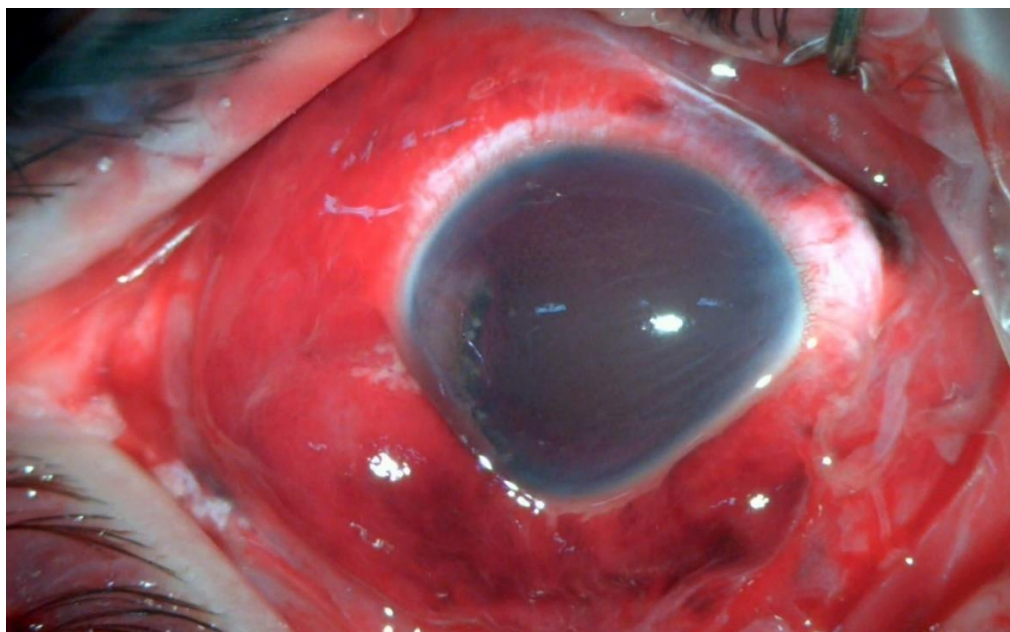


Рисунок 3 - ОТГ зоны II-III. Рана начинается на 9 часах в 3 мм от лимба, идет параллельно в сторону 6 ч, далее поворачивает в сторону экватора, переходит в зону III, заканчивается в 8 мм от лимба. Тотальная гифема, тотальный гемофтальм, отслойка сетчатки.

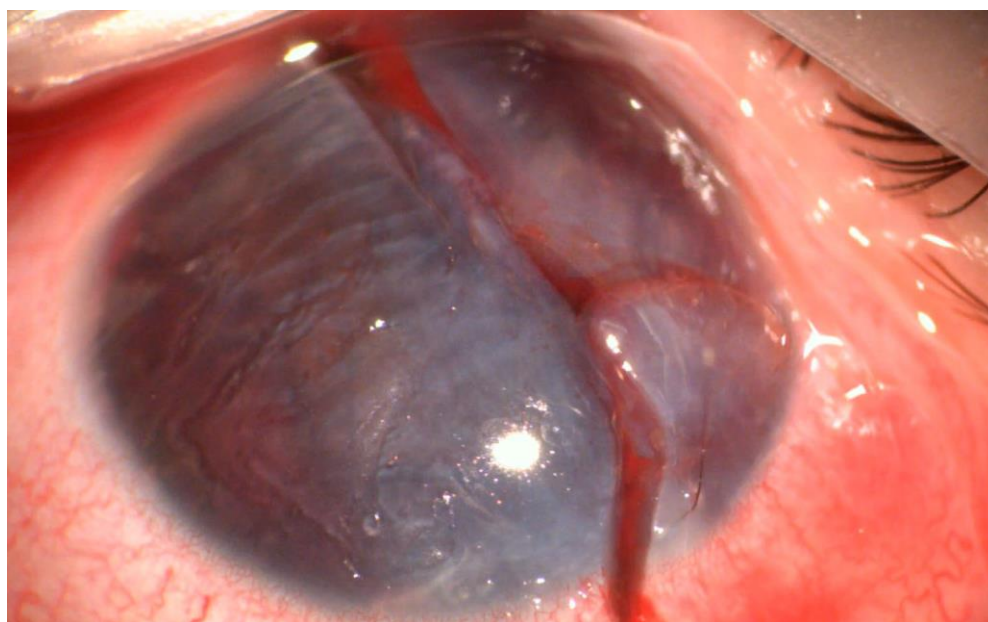


Рисунок 4 - ОТГ зоны I-II-III. Рана многолопастная, начинается в зоне II на 12 часах в 1 мм от лимба, проходит через всю роговицу, на 5 часах пересекает зону II и переходит в зону III, заканчивается в 7 мм от лимба. Полная аниридия, травматическая катаракта, тотальная гифема, субтотальный гемофтальм.

Согласно критериям проведен отбор 127 пациентов (90,55 % - мужчин; 9,45%-женщин), возрастом от 18 до 68 лет, разделенных на три равнозначные по состоянию зрения и характеру травмы группы:

- основная группа (ОГ) - 41 пациент (41 глаз), хирургическое лечение которых проводилось по разработанному комплексному подходу, состоящему в ушивании фиброзной оболочки, проведении субтотальной витрэктомии, санацию и герметизацию раны сетчатки (включающей очистку дна раны, выравнивание краев, эндокоагуляцию кровотокающих сосудов, эндолазеркоагуляцию, заполнение хориоретинального дефекта Р-PRP плазмой, эндотампонаду газовой воздушной смесью или вязкой жидкостью) в рамках первичной обработки;

- группа сравнения (ГС) - 38 пациентов (38 глаз), которым в рамках хирургического лечения был применен комплексный подход, аналогичный пациентам ОГ, но без применения Р-PRP плазмы;

- контрольная группа (КГ) - 48 пациентов (48 глаз), хирургическое лечение которым выполнялось согласно традиционному подходу, предполагающему ПМХО фиброзной оболочки при поступлении в стационар, а субтотальная витрэктомия проводилась отсрочено через 7-14 дней в случаях необходимости и перспективности данного вмешательства.

При поступлении в стационар для пациентов ОГ, ГС и КГ были характерны схожие клинико-функциональные показатели, а также схожий полиморфизм внутриглазных повреждений, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Клиническая характеристика пациентов исследуемых групп при поступлении в стационар.

	Основная группа	Основная группа	Контрольная группа	Значимость (p)
Количество пациентов, n	41	38	48	p>0,05
Средний возраст (M±σ)	39,65 ± 11,9	37,86 ± 9,4	39,12 ± 13,5	p>0,05
Пол, n (% от группы)	Мужчины - 37 (90,2%) Женщины - 4 (9,8%)	Мужчины - 35 (92,1%) Женщины - 3 (7,9%)	Мужчины – 43 (89,5%) Женщины – 5 (10,5%)	p>0,05
Среднее время поступления, сутки (M±σ)	1,40 ± 0,7	1,36 ± 0,81	1,48 ± 0,68	p>0,05
Наличие ранения зоны I, n (% от группы)	12 (29%)	12 (32%)	12 (25%)	p>0,05
Наличие ранения зоны II, n (% от группы)	35 (85%)	34 (89%)	43 (90%)	p>0,05
Наличие ранения зоны III, n (% от группы)	34 (100%)	38 (100%)	48 (100%)	p>0,05
Длина раны, мм (M±σ)	9,68 ± 4,3	7,87 ± 5,8	10,3 ± 3,9	p>0,05
Гифема, n (% от группы)	31 (76%)	31 (82%)	42 (88%)	p>0,05
Ранение, выпадение радужки, травматическая колобома, аниридия, n (% от группы)	22 (53%)	17 (45%)	23 (48%)	p>0,05

Продолжение таблицы 2 - Клиническая характеристика пациентов
исследуемых групп при поступлении в стационар.

	Основная группа	Основная группа	Контрольная группа	Значимость (p)
Повреждения хрусталика, дислокация ИОЛ, n (% от группы)	33 (81%)	25 (65%)	28 (58%)	p>0,05
Рана цилиарного тела, n (% от группы)	34 (83%)	34 (89%)	43 (90%)	p>0,05
Тотальный / субтотальный гемофтальм, n (% от группы)	34 (100%)	38 (100%)	48 (100%)	p>0,05
Рана сетчатки, n (% от группы)	34 (100%)	38 (100%)	48 (100%)	p>0,05
Отслойка сетчатки, n (% от группы)	14 (34%)	15 (39%)	20 (42%)	p>0,05
ОСО/Геморрагическая ОСО, n (% от группы)	3 (7%)	4 (11%)	4 (8%)	p>0,05
Эндофтальмит/ гипопион, n (% от группы)	3 (7%)	3 (8%)	3 (6%)	p>0,05
ВГИТ, n (% от группы)	12 (29%)	14 (37%)	18 (38%)	p>0,05
Средняя острота зрения при поступлении (M±σ)	0,005 ± 0,009	0,004 ± 0,007	0,004 ± 0,005	p>0,05

Для возможности проведения статистического анализа традиционные буквенные формы записи правильной и неправильной светопроекции приведены в числовом виде, как:

- pr.l.certae (правильная светопроекция) = 0,005

- pr.l.incertae (неправильная светопроекция) = 0,001

Проведенный статистический анализ не выявил значимых различий в возрастных и гендерных характеристиках, сроках поступления в стационар после травмы у пациентов основной и контрольной групп ($p > 0,05$). Различия функциональных параметров, а также характеристик ранений и сопутствующих повреждений внутриглазных структур, также не были статистически значимыми ($p > 0,05$).

Комплексное обследование и оценка клинических и функциональных показателей в ОГ, ГС и КГ проводились при поступлении в стационар (до оперативного лечения), на 1 сутки после ПМХО, на 7 сутки, через 1 и 6 месяцев. Таким образом, общий срок наблюдения во всех группах составил 6 месяцев.

Всем пациентам ОГ и ГС проводилась оценка состояния и профиля хориоретинального рубца с помощью офтальмоскопии и оптической когерентной томографии через 4-5 месяцев.

2.2. Основные и дополнительные методы диагностики

Всем пациентам при поступлении в стационар в неотложном порядке и в послеоперационном периоде проводилось комплексное обследование органа зрения, включающее в себя стандартные и специальные методы исследования согласно международным стандартам диагностики пациентов с открытой травмой глаза.

Визометрию без коррекции и с максимальной коррекцией проводили в

условиях стандартной освещенности с помощью проектора знаков «НСР-7000» (Huvitz, Южная Корея). У большей части пациентов при поступлении, ввиду отсутствия предметного зрения, определялась светопроекция (правильная или неправильная) в темном помещении путем направления луча света офтальмоскопа с разных сторон.

Кераторефрактометрия не проводилась при первичном осмотре ввиду наличия проникающих ран, непрозрачности оптических сред (гифема, помутнения хрусталика, гемофтальм), в послеоперационном периоде проводилась при помощи автокераторефрактометра «HRK-7000» (Huvitz, Южная Корея).

Тонometрия выполнялась на автоматическом бесконтактном пневмотонометре «HNT-7000» (Huvitz, Южная Корея) ввиду наличия проникающих ран или швов, препятствующих измерению ВГД другими способами. Части пациентов по возможности проводилась традиционная тонометрия по Маклакову с использованием набора грузов весом 10 грамм, в особенности при развитии посттравматической гипертензии.

Периметрия проводилась на ручном анализаторе поля зрения «ПНР - 03» (Россия).

Биомикроскопическое исследование переднего отрезка глаза выполнялось с помощью щелевой лампы SL-1E (Topcon, Япония). При первом осмотре проводилась оценка размера, локализации и конфигурации проникающей раны, диагностировались сопутствующие внутриглазные повреждения, планировался необходимый объем хирургического вмешательства. При послеоперационных осмотрах оценивалась состоятельность швов и состояние различных внутриглазных структур.

Офтальмоскопия и биомикроскопия витреальной полости, сетчатки выполнялась на щелевой лампе с помощью бесконтактных асферических линз «КЛА 01» 60, 78 и 90 диоптрий (Россия). При проведении послеоперационных

диагностических мероприятий особое внимание уделялось состоянию хориоретинального рубца, а также выявлению и оценке признаков развития ПВР.

Ультразвуковое В-сканирование проводилось всем пациентам на сканере Compact Touch (Quantel Medical, Франция)

Из специальных методов дополнительного исследования при первичном обследовании использовали рентгенографию орбиты по Комбергу-Балтину для определения точной локализации ВГИТ при его наличии, а также компьютерная томография орбиты на General Electric Optima CT520 Series (США) в сомнительных случаях наличия инородного тела, случаях неметаллических ВГИТ, а также с целью исключения сопутствующих переломов стенок орбиты, ретробульбарных гематом и других состояний.

Пациентам ОГ и ГС в рамках оценки профиля и состояния сформированного хориоретинального рубца проводилась оптическая когерентная томография (ОКТ) периферических отделов в проекции проникающего ранения на бесконтактном оптическом томографе RTVue XR Avanti (Optovue, США).

2.3. Материалы, инструментарий и оборудование, используемые в хирургическом лечении.

При проведении оперативных вмешательств применялись современные расходные материалы, высокоточный многоразовый и одноразовый инструментарий.

Визуализация переднего и заднего отрезков глазного яблока в ходе хирургии обеспечивалась посредством операционного микроскопа Leica M822, оборудованного системой ВІОМ, Oculus (США) и микроскопа Haag-Streit (Германия), оборудованного насадкой для витреоретинальной хирургии EIBOS.

Ушивание роговичной части проникающей раны проводилось непрерывными или узловыми швами с использованием синтетического шовного материала Optilene, состоящего из полипропилена и полиэтилена, толщиной USP 10-0, B-Braun (Германия). Преимуществами данного сочетания материалов являются высокая устойчивость нити к натяжению и контролируемое линейное растяжение, позволяющее адекватно адаптировать проникающую рану без лишних деформаций, в том числе при использовании погружных методик. Склеральная часть раны ушивалась узловыми швами USP 8-0, также с применением нити на основе Optilene.

Хирургические вмешательства экстракции травматической катаракты (при наличии показаний), субтотальная витрэктомия проводились на комбайне Constellation Vision System, Alcon (США), оборудованного системой для торсионной факоэмульсификации катаракты с ультразвуковой рукояткой Ozil и витреотомом Ultravit 25 G с частотой 10000 резов в минуту. Данная хирургическая система оснащена поддержкой заданного уровня ВГД при работе на заднем отрезке глаза, достаточной эндоиллюминацией, обеспечивая безопасное проведение оперативного вмешательства.

Манипуляции на сетчатке проводились с применением высокоточных одноразовых цанговых инструментов Grieshaber Revolution 25 G, Alcon (США) и Synergetics 25G, Bausch&Lomb (США). Удаление металлических ВГИТ проводилось с использованием цангового магнита Pinnacle 360, 20G, Bausch&Lomb трансклиарно или транспупиллярно под обязательным визуальным контролем, что способствовало удалению инородного тела без дополнительной травматизации окружающих тканей.

Тампонада витреальной полости осуществлялась силиконовым маслом Oxane 5700, Bausch&Lomb (США), RS-OIL 5000 и 5700, Alchimia (Италия), 12% газовой смеси Arceole C3F8, Arcad (Франция).

Для получения P-PRP использовались оригинальные двойные шприцы Arthrex АСР и стандартные лабораторные пробирки 12 мл. В случае

использования двойных шприцев центрифугирование проводили согласно рекомендациям производителя в течение 5 минут на 1500 об/мин. [70]. В лабораторных пробирках P-PRP получали по протоколу, описанному Поповым Е.М., Куликовым А.Н., Чурашовым С.В. и соавторами в 2021 г. на скорости 1500 об/мин в течение 5 мин. [49]. P-PRP плазма, полученная в шприце Arthrex представлена на рисунке 5.

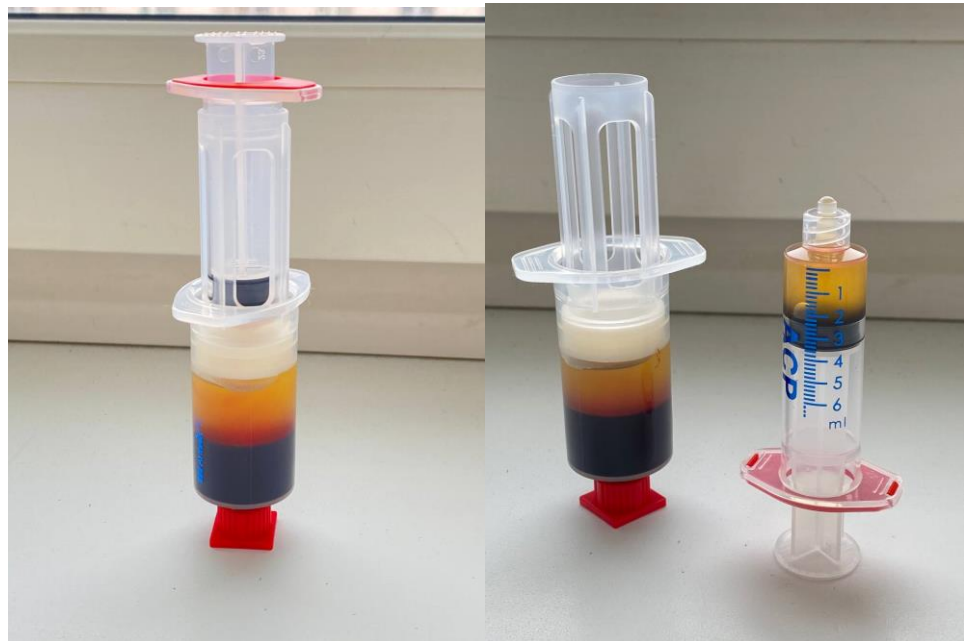


Рисунок 5 - P-PRP плазма в шприце Arthrex

2.4. Консервативная терапия и анестезиологическое сопровождение хирургических операций

Все пациенты основной и контрольной групп получали консервативное лечение в соответствии с Российскими и международными стандартами терапии при ОТГ. Назначение разных групп препаратов проводился с учетом характера повреждений, антропометрических показателей, наличия сопутствующей соматической патологии.

Профилактика и лечение инфекционных осложнений ОТГ достигалось системным и местным применением антибиотиков внутривенно, в виде инстилляций и субконъюнктивальных инъекций. Предпочтение отдавалось

препаратам широкого спектра действия (фторхинолоны, аминогликозиды). Сочетание антибактериальной терапии с глюкокортикостероидами (дексаметазон) и нестероидными противовоспалительными препаратами (диклофенак, бромфенак), в том числе системно, проводилось с целью купирования острого воспалительного ответа на травму глаза. Сосудистая и дегидратационная терапия (лазикс, диакарб) назначались для ускорения разрешения отека поврежденных тканей, коррекции нарушений звеньев сосудистой системы глаза (кавинтон).

Анестезиологическое пособие при проведении оперативных вмешательств состояло в инстилляции раствора алкаина 1% и субтеноновое введение 2% лидокаина в объеме 2 мл, а также местное обкалывание 2% лидокаином субконъюнктивально в проекции проникающего ранения склеры. Большой части пациентов проводилось потенцирование анестезии внутривенным введением дроперидола + фентанила. Данное сочетание хорошо устраняет соматический и психоэмоциональный компоненты боли, снижает реактивность организма на болевые стимулы, позволяет сохранять сознание и не оказывает отрицательного влияния на гемодинамические показатели.

2.5 Методы статистической обработки материала

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием прикладных компьютерных программ Statistica 12.0 и StatTech 3.1.8.

Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро-Уилка (при числе исследуемых менее 50) или критерия Колмогорова-Смирнова (при числе исследуемых более 50). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы, нижнего и верхнего квартилей.

Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью U-критерия Манна-Уитни. Сравнение процентных долей при анализе четырехпольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия Хи-квадрат Пирсона (при значениях ожидаемого явления более 10), точного критерия Фишера (при значениях ожидаемого явления менее 10). Корреляционные связи устанавливались по коэффициенту корреляции Спирмена.

Статистически достоверными признавались различия между исследуемыми группами, при которых уровень достоверности (p) составлял более 95% ($p < 0,05$), в остальных случаях различия признавались статистически недостоверными ($p > 0,05$).

ГЛАВА III РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Результаты исследования факторов риска развития тяжелых осложнений, определяющих неблагоприятные исходы при открытой травме глаза

Ретроспективный анализ 255 пациентов с ОТГ проведен по 14 критериям, с целью выявления их связи с неблагоприятным клинико-функциональным исходом. Результаты проведенного исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Клинико-функциональные характеристики пациентов с ОТГ

Критерий		Общее	МКОЗ при выписке из стационара			Коэффициент корреляции Спирмена (rs)
			0 – pr/certa	0,02 – 0,09	Выше 0,1	
Всего:		255	61	69	125	
Пол	Мужчины	217	53 (24%)	59 (27%)	105 (48%)	-0,03
	Женщины	38	8 (21%)	10 (26%)	20 (53%)	
Возраст	18-29	72	14 (20%)	18 (26%)	40 (57%)	-0,16
	30-49	130	29 (22%)	36 (27%)	65 (49%)	
	50+	53	18 (34%)	15 (28%)	20 (38%)	
МКОЗ при поступлении в стационар	0	22	22 (100%)	0	0	0,65
	pr/inc – pr/certa	104	30 (29%)	42 (40%)	32 (31%)	
	0,01 – 0,09	79	7 (9%)	19 (24%)	53 (67%)	
	0,1 – 0,4	42	2 (5%)	7 (17%)	33 (79%)	
	0,5+	8	0	1 (12,5%)	7 (88%)	
Время после операции после травмы, сутки	1	136	18 (13%)	31 (23%)	87 (64%)	-0,50
	2 – 3	107	34 (31%)	36 (34%)	37 (35%)	
	4+	12	9 (75%)	2 (17%)	1 (8%)	
Локализация	Зона 1 *	147	10 (7%)	32 (22%)	105 (71%)	-0,71
	Зона 2 **	71	23 (32%)	31 (44%)	17 (24%)	
	Зона 3 ***	37	28 (76%)	6 (16%)	3 (8%)	
Размеры раны	до 5 мм	127	12 (9%)	19 (15%)	96 (76%)	-0,64
	6 – 10 мм	93	28 (30%)	36 (39%)	29 (31%)	
	11 + мм	35	21 (60%)	14 (40%)	0	

Продолжение таблицы 3 – Клинико-функциональные характеристики
пациентов с ОТГ

Критерий		Общее	МКОЗ при выписке из стационара			Коэффициент корреляции Спирмена (rs)
			0 – пр/certa	0,02 – 0,09	Выше 0,1	
Гифе ма	Наличие	105	24 (23%)	27 (26%)	54 (51%)	0,07
	Отсутствие	150	37 (25%)	42 (28%)	71 (47%)	
Травма радужки	Наличие	81	20 (25%)	27 (33%)	34 (42%)	-0,07
	Отсутствие	174	41 (24%)	42 (24%)	91 (52%)	
Травма хрусталика	Наличие	115	21 (18%)	32 (28%)	62 (54%)	0,10
	Отсутствие	140	40 (29%)	37 (26%)	63 (45%)	
Гемофтальм	Наличие	88	41 (47%)	35 (40%)	12 (14%)	-0,57
	Отсутствие	167	20 (12%)	34 (20%)	113 (68%)	
Отслойка сетчатки	Наличие	34	25 (73%)	7 (21%)	2 (6%)	-0,52
	Отсутствие	221	36 (16%)	62 (28%)	123 (56%)	
ВГИТ	Наличие	68	18 (27%)	18 (27%)	32 (47%)	-0,06
	Отсутствие	187	43 (23%)	51 (27%)	93 (50%)	
Эндофтальмит, увеит с гипопионом	Наличие	32	17 (53%)	7 (22%)	8 (25%)	-0,23
	Отсутствие	223	44 (20%)	62 (28%)	117 (53%)	
ОСО (в т.ч. геморраги)	Наличие	28	12 (43%)	12 (43%)	4 (14%)	-0,22
	Отсутствие	227	49 (22%)	57 (25%)	121 (53%)	

Примечания: Зона 1 * - изолированная зона 1.

Зона 2 ** - изолированная зона 2 или в сочетании с зоной 1.

Зона 3 *** - изолированная зона 3 или в сочетании с зонами 2 и 1

Анализ Спирмена выявил наличие корреляций остроты зрения при выписке из стационара со следующими параметрами: возраст, МКОЗ при поступлении в стационар, время операции после травмы, локализация и размеры раны, наличие гемофтальма, отслойки сетчатки, эндофтальмита и ОСО. При этом, согласно шкале Чеддока, МКОЗ при поступлении, локализация и размеры раны, время операции после травмы, наличие гемофтальма и отслойки сетчатки имели высокую или заметную силу корреляционной связи с окончательной МКОЗ. Возраст, наличие эндофтальмита и ОСО показали слабую корреляционную связь.

Среди 255 пациентов 85 % - мужчины; 15 % - женщины, при этом гендерная принадлежность не оказала влияния на исход лечения. Средний возраст в исследуемой группе составил $37,94 \pm 14,3$ года (от 18 до 79 лет), при этом большая часть пациентов (52%) относились к наиболее работоспособному возрасту 30-49 лет. Выявлена слабая корреляция с функциональным исходом ($r_s = -0,16$). Возраст старше 50 лет отрицательно сказался на показателях окончательной остроты зрения, которая составила менее 0,09 у 62% пациентов (против 49% в группе 30-49 лет и 32% в группе 18-29 лет).

Отсутствие предметного зрения при поступлении (острота от 0 до *pr.certa*) выявлена у значительной части пациентов (49%). Проведенная серия исследований показала наличие заметной положительной связи между начальной остротой зрения и окончательным функциональным результатом лечения ($r_s = 0,65$). Пациенты с отсутствием светопроекции или с наличием неправильной/правильной светопроекции при поступлении имели повышенный риск тяжелой потери зрения. При начальной правильной/неправильной светопроекции отрицательный функциональный результат в виде отсутствия предметного зрения (4 и 5 степень нарушения зрительных функций) выявлен в 29% случаев, а острота зрения ниже 0,1 (3 степень нарушения зрительных функций) – в 40% случаев. При начальной

остроте зрения 0 (ноль) отрицательный результат получен в 100% случаев. Пациенты с МКОЗ при поступлении выше 0,1 имели сниженный риск тяжелой потери зрения (4 и 5 степень), которая составила лишь 5% среди травмированных с начальной остротой 0,1-0,4. Благоприятный функциональный исход (МКОЗ выше 0,1) получен у 79% пациентов с остротой 0,1-0,4 при госпитализации и у 88% - с начальной остротой выше 0,5.

Тяжелое нарушение зрительных функций (4 и 5 степень) у пациентов, которым проводилось оперативное лечение во временных рамках первичной хирургической обработки (до 3 суток) составила 21%, при выполнении обработки на 4е и более сутки – 75%. Выявлена отрицательная корреляция времени проведения хирургического лечения с функциональным результатом ($r_s = -0,51$).

Изолированное поражение зоны I было наиболее частой локализацией и выявлялось в 58% случаев, ранение зоны II (изолированное или с повреждением зоны I) встречалось реже (28%), поражение зоны III (в том числе в сочетании с зонами II и I) было наиболее редким ранением (15%). Проведенный анализ выявил высокую корреляцию локализации проникающей раны с исходами ОТГ ($r_s = -0,71$). Наихудшие результаты получены при ранениях с задействованной зоной III, при которых положительный функциональный исход с остротой зрения выше 0,1 отмечен лишь в 8% случаев, а тяжелые нарушения зрения (степень 4 и 5) – в 76%. Изолированное поражение зоны I представлялось благоприятным прогностическим фактором и в 71% случаев приводило к остроте зрения выше 0,1. Количество неблагоприятных исходов увеличивалось пропорционально увеличению размеров ранения, причем такая корреляция наблюдалась вне зависимости от локализации. Наихудшие результаты получены после лечения ранений более 10 мм (60% - *pr.certa* и ниже), однако столь обширные поражения были самыми редкими (14% среди всех ОТГ).

Из сопутствующих повреждений и внутриглазных изменений при поступлении пациентов в стационар наличие гемофтальма, отслойки сетчатки, эндофтальмита и отслойки сосудистой оболочки достоверно оказали влияние на исход лечения. Наибольшая корреляционная связь выявлена с наличием гемофтальма ($r_s = -0,57$), при котором отсутствие предметного зрения получено в 47% случаев, в сравнении с 12% при его отсутствии. Другим неблагоприятным прогностическим фактором оказалось наличие отслойки сетчатки ($r_s = -0,51$), при которой не удалось добиться самых низких предметных зрительных функций (МКОЗ pr/certa и ниже) в 73% случаев.

Наличие гифемы, травматических повреждений радужки, травматической катаракты и ВГИТ имели некоторые различия в течении раневого процесса, однако статистический анализ выявил отсутствие их влияния на клинично-функциональный результат.

Выявленные значимые корреляционные связи представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Выявленные значимые корреляционные связи клинично-функциональных параметров при госпитализации с МКОЗ при выписке из стационара у пациентов с ОТГ

Критерий	Коэффициент корреляции Спирмена (r_s)	Характеристика связи по шкале Чеддока
Локализация раны	-0,71	Высокая
Размеры раны	-0,64	Заметная
МКОЗ при госпитализации	0,65	Заметная
Сроки проведения ПМХО после травмы	-0,5	Заметная
Наличие гемофтальма	-0,57	Заметная
Наличие отслойки сетчатки	-0,52	Заметная

Таким образом, проведенная серия исследований показывает, что наиболее значимыми предикторами неблагоприятных исходов при ОТГ являются:

- Повреждения зоны III (проникающие ранения склеры с повреждением сетчатки)
- Размеры ранения более 6 мм (увеличение размера пропорционально ухудшению результатов)
- Отсутствие предметного зрения при поступлении в стационар (4 и 5 степень нарушения зрительных функций)
- Проведение ПМХО в отсроченном периоде (4 сутки и более)
- Наличие гемофтальма
- Наличие отслойки сетчатки

Необходимо отметить, что представленные результаты в целом сопоставимы с данными литературы. Аналогичные исследования, проведенные за последнее десятилетие, дают схожие результаты. Yalcin Tok и соавторы в 2011 г. в ходе множественного регрессионного анализа 365 пациентов с ОТГ отмечают низкий первоначальный визус, отслойку сетчатки и выпадение стекловидного тела, как наиболее значимые факторы, ведущие к низкой окончательной остроте зрения [186]. Yu Meng и Hua Yan в 2015г. исследовав 298 пациентов, выявили исходную низкую остроту зрения, афферентный дефект зрачка, отслойку сетчатки, гемофтальм, гифему, эндофтальмит, как наиболее статистически значимые предикторы отрицательного функционального результата [134].

Применительно к данному положению с позиции научной новизны настоящей работы нами определена взаимосвязь между локализацией проникающих ранений и конечной остротой зрения. Наихудшие результаты получены при ранениях зоны III, при которых положительный

функциональный исход с остротой зрения выше 0,1 отмечен лишь в 8% случаев, а тяжелые нарушения зрения (степень 4 и 5) – в 76%.

Низкие функциональные результаты при повреждениях зоны III связаны с расположением в данной локализации сетчатки, повреждение которой приводит к развитию ее отслойки, что (в сочетании с гемофтальмом) приводит к развитию ПВР.

Сочетание выявленных в ходе 1 серии исследований факторов, несет в себе высокий риск развития тяжелых отдаленных осложнений и неблагоприятных исходов, несмотря на современное развитие офтальмотравматологии и высокотехнологичное оснащение неотложных отделений. Пациенты высокого риска нуждаются в дополнительных, расширенных мерах, направленных на предотвращение и профилактику тяжелых последствий.

3.2. Оценка влияния P-PRP на формирование хориоретинального рубца с позиции повышения клиничко-функциональной эффективности

Оценка влияния P-PRP плазмы на течение раневого процесса проведена во второй серии клинических исследований у пациентов ОГ (с применением P-PRP) и ГС (без применения P-PRP) и состояла в анализе сформированных хориоретинальных рубцов, их влияния на клиничко-функциональный исход и вероятность проведения дополнительных вмешательств на сетчатке.

Оценка проводилась офтальмоскопически, определялось наличие субретинальных, интратретинальных и эпиретинальных сращений, мембран или тяжей в месте его локализации (рисунок 6).

Более детальный анализ профиля проводился с помощью проведения оптической когерентной томографии (рисунки 7 - 8).

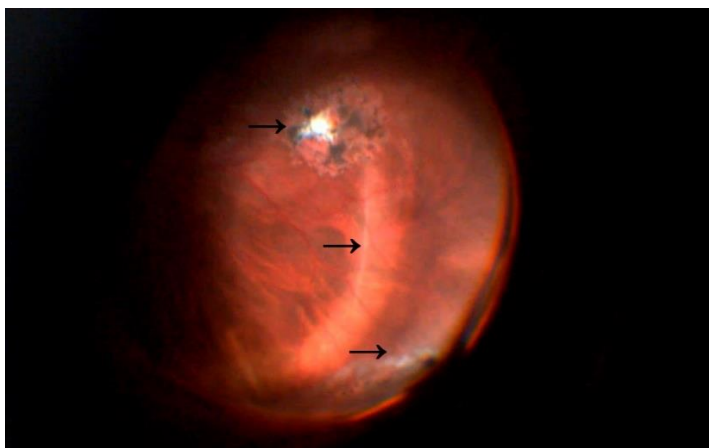


Рисунок 6 - Хориоретинальные рубцы через 4 месяца после травмы. Стрелками указаны (снизу вверх): входящий хориоретинальный рубец с локальной спайкой и отслойкой сетчатки, субретинальный тяж, выходной хориоретинальный рубец

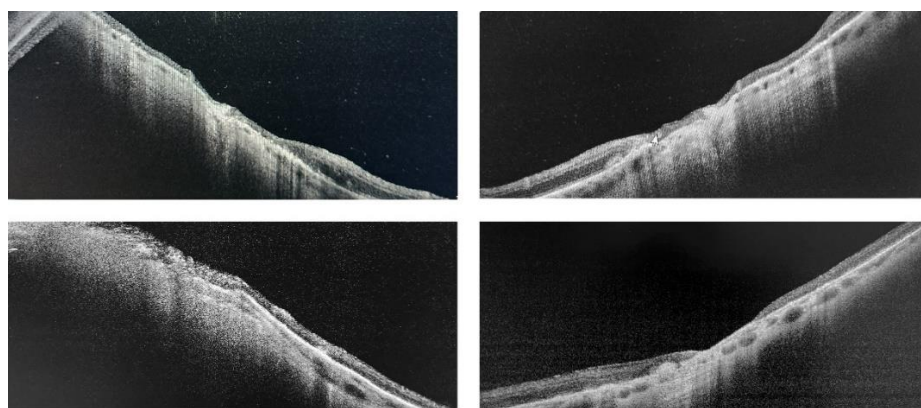


Рисунок 7 - Сглаженный профиль сформированного хориоретинального рубца на ОКТ, без грубых деформаций и пролиферативных изменений (пациенты Ю-ов, Н-ий, М-ов, М-ин, основная группа)

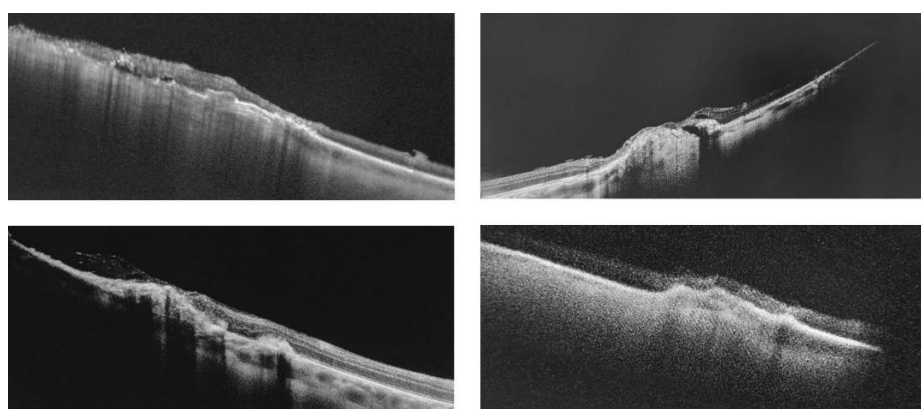


Рисунок 8 - Грубый, деформированный профиль сформированного хориоретинального рубца на ОКТ с проминенцией в витреальную полость и развитием пролиферативных изменений (пациенты Д-ов, Б-ва, Щ-ов, К-ов, группа сравнения)

Выявленные анатомические и функциональные различия ОГ и ГС, а также их характеристика представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Анатомо-функциональные характеристики пациентов основной и контрольной групп

Характеристики	Основная группа (с P-PRP), n=41	Группа сравнения (без P-PRP), n=38	P
Наличие суб-, интра- и эпиретинальных пролиферативных тяжей, сращений и мембран в области рубца, в т.ч. с отслойками сетчатки, выявленных офтальмоскопически	7 (17%)	14 (37%)	>0,05
Сглаженный профиль, отсутствие грубых деформаций, проминенций на ОКТ	26 (63%)	12 (32%)	<0,05
Деформированный профиль с грубыми деформациями, проминенциями в витреальную полость на ОКТ	15 (37%)	26 (68%)	<0,05
Количество повторных операций, связанных с развитием ПВР	5 (12%)	16 (41%)	<0,05
МКОЗ через 6 месяцев ($M \pm \sigma$)	0,21± 0,24	0,16± 0,20	>0,05

Показатели МКОЗ в отсроченном периоде статистически не отличались в 2 техниках обработки хориоретинальной раны ($p > 0,05$). Однако выявлены значимые различия в морфологических характеристиках сформированных хориоретинальных рубцов и в количестве потребовавшихся повторных витреоретинальных вмешательств.

При использовании P-PRP плазмы количество мягких сглаженных рубцов без грубых деформаций и проминенций в витреальную полость (63%) превышало количество грубых, деформированных (37%). Напротив, обработка хориоретинальной раны без использования P-PRP плазмы обеспечила 68% деформированных и 32% сглаженных рубцов. Статистические различия с использованием критерия Хи-квадрат Пирсона оказались значимыми ($p < 0,05$).

Грубые, деформированные рубцы, которые являются проявлением локальных затяжных пролиферативных процессов, в ряде случаев приводили к формированию пролиферативных тяжей, сращений и мембран, распространяющихся от рубца, а также локальных и обширных отслоек сетчатки, что требовало проведения дополнительных витреоретинальных вмешательств. У пациентов подгруппы ОГ потребовалось 5 повторных операций, в ГС – 16. Статистический анализ с использованием точного критерия Фишера выявил значимые различия ($p < 0,05$) в количестве проведенных повторных вмешательств.

Выявленные различия связаны, на наш взгляд, с положительным воздействием тромбоцитарных факторов роста, содержащихся в обогащенной плазме. Физиологическое заживление хориоретинальных ран включает в себя воспаление, пролиферацию и модуляцию рубцов. Нарушение гематоофтальмического барьера в сочетании с другими патологическими и физиологическими процессами, могут стимулировать длительное затяжное заживление ран с формированием келлоидного типа рубцов и провоцировать запуск ПВР [141]. P-PRP плазма содержит набор факторов роста и цитокинов,

стимулирующих и ускоряющих пролиферацию и регенерацию тканей, исключая вялотекущий затяжной воспалительный процесс и обеспечивая “быстрый тип” рубцевания с формированием мягких хориоретинальных рубцов. Немаловажную роль в данном процессе играет восстановление клеток Мюллера, выполняющих каркасную функцию сетчатки, под влиянием факторов роста, содержащихся в обогащенной плазме [158].

3.3. Научное обоснование, разработка, оценка безопасности и клинической эффективности комплексного подхода к ПМХО проникающих ранений склеры с повреждением сетчатки (ОТГ зоны III).

3.3.1. Научное обоснование комплексного подхода к ПМХО ОТГ зоны III

В научно-теоретическом плане концепция разработанной комплексной первичной микрохирургической обработки основана на двухслойности проникающего ранения зоны III: первый слой фиброзная оболочка (склера) и второй хориоретинальный слой, что представлено на рисунке 9.

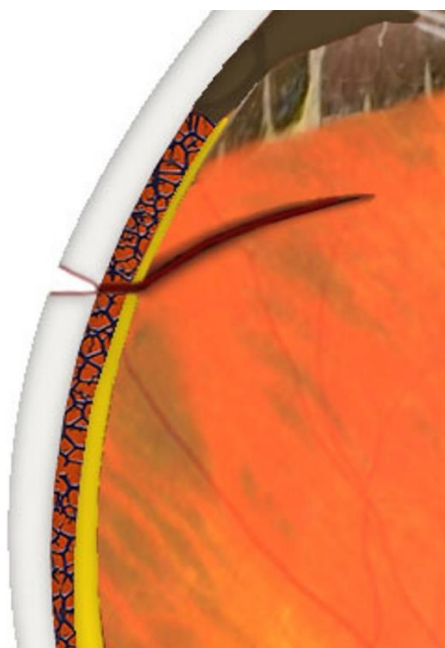


Рисунок 9 - Проникающее ранение зоны III

В соответствии с традиционным подходом в ходе ПМХО ушивается фиброзный слой, чем достигается герметизация глазного яблока, восстановление тонуса, закрытие ворот для проникновения инфекционных агентов, а все последующие “реконструктивные” манипуляции выполняются через 1-2 недели.

Учитывая собственные клинические наблюдения первой серии исследований и литературные данные установлено, что статистически ранения зоны III несут повышенный риск неблагоприятных исходов, в особенности обширные и сопровождающиеся другими осложняющими факторами, такими как гемофтальм, отслойка сетчатки, низкая исходная острота зрения [77, 78, 98, 109, 127, 131].

Наиболее частой причиной неудовлетворительных результатов является развитие ПВР [77, 85, 136, 184]. При этом кроме мощного реактивного ответа организма на травму, важнейшую роль в данном процессе играет наличие необработанной хориоретинальной раны, которая является фокусной точкой в патогенетических механизмах развития посттравматической ПВР и несет в себе следующие последствия:

- Развитие отслойки сетчатки ввиду наличия ее открытого дефекта и просачивания жидкости
- Образование патологической фиксации стекловидного тела, ввиду ущемления и вшивания прозрачных волокон витреума в ране, в результате чего запускается процесс швартообразования от хориоретинального дефекта
- Повреждение гиалоида в проекции раны и выход клеток пигментного эпителия из открытого дефекта в витреальную полость с их последующим оседанием на субстрате (стекловидное тело и гиалоидная мембрана) создают матрицу для патологического мембранообразования
- Массивное скопление крови и провокаторов воспаления подогревают фибринозно-пластические процессы в измененном стекловидном теле,

усугубляют швартообразование

Исходя из изложенного, проведение субтотальной витрэктомии с обработкой и герметизацией хориоретинальной раны в ходе ПМХО представляется достаточно аргументированным ввиду патогенетических механизмов развития отслойки сетчатки и запуска процесса ПВР, в особенности в случаях наличия гемофтальма, препятствующего клинической оценке хориоретинального дефекта.

Традиционная технология ПМХО в отношении ОТГ с повреждением зоны III была усовершенствована авторами в контексте разработки комплекса мероприятий, включающих в себя, кроме ушивания фиброзной оболочки, проведение субтотальной витрэктомии и герметизации хориоретинального дефекта в рамках первичной хирургической обработки (до 3 суток).

3.3.2. Технология проведения комплексной первичной микрохирургической обработки фиброзной оболочки и хориоретинального слоя раны

В рамках настоящего исследования разработана следующая технология проведения комплексной ПМХО проникающих ранений склеры с повреждением сетчатки (ОТГ зоны III).

Хирургическое вмешательство начиналось с ревизии проникающего ранения, уточнения локализации и конфигурации повреждения, оценки жизнеспособности и состоятельности выпавших оболочек. При наличии признаков размозжения и нежизнеспособности оболочки иссекались, в других случаях вправлялись в рану. При наличии ранения зоны I накладывались преимущественно непрерывные погружные швы 10-0 по Пирсу, однако в случаях сложной нелинейной, а также звездчатой конфигурации рана ушивалась узловыми или комбинированными швами 10-0. Обработка ран локализации II и III начиналась с отсепаровывания

коњюнктивы и обнажения склеры в проекции повреждения. Далее проводилась коагуляция кровоточащих сосудов. Обязательной манипуляцией была обработка витреотомом дна проникающего ранения снаружи с целью исключения вшивания прозрачных выпавших волокон стекловидного тела в рану. Далее накладывались узловыe швы 8-0, достигалась полная герметизация фиброзной оболочки. Дефекты и разрезы коњюнктивы ушивались непрерывными швами 8-0.

При наличии гифемы выполнялся парацентез на 10 или 2 часах, далее промывание передней камеры пластиковой тупоконечной канюлей Simcoe. В случаях диагностики выраженной травматической катаракты, повреждений передней или задней капсул хрусталика, проводилась экстракция травматической катаракты ультразвуковой рукояткой. В ряде случаев хрусталиковые массы, перемешанные с волокнами стекловидного тела и кровью, удалялись одним конгломератом с помощью витреотома через 2 роговичных парацентеза.

Ввиду выраженного полиморфизма внутриглазных повреждений, характерных для ОТГ, ряду пациентов потребовались и другие хирургические манипуляции на переднем отрезке глазного яблока, такие как репозиция дислоцированной ИОЛ, пластика радужки при выраженном иридодиализе и другие хирургические приемы, направленные на формирование визуального доступа к витреальной полости.

Эндовитреальный этап вмешательства осуществляли с использованием трехпортового доступа 25 G через плоскую часть цилиарного тела. Проведение субтотальной витрэктомии начинали с ретролентального витреума и волокон стекловидного тела в центральных отделах, аспирировались сгустки крови. Задняя гиалоидная мембрана окрашивалась триамцинолоном для ее более четкой визуализации, затем захватывалась у диска зрительного нерва и подтягивалась витреотомом в режиме аспирации без резов, таким образом индуцировалась ее отслойка, ее иссечение

проводилось до экватора глазного яблока.

Базальный витреум удалялся в режиме полужакрытого окна витреотома для безопасной работы в непосредственной близости к сетчатке, с применением методик склерокомпрессии, чем достигалась максимально тщательная санация периферических отделов стекловидного тела.

Проводилась локализация, оценка состояния и конфигурации хориоретинальной раны со стороны витреальной полости. При наличии кровоточащих сосудов проводилась их эндокоагуляция рукояткой 25 G на фоне создания кратковременного гипертонуса для более точной локализации источников кровотечений. Далее проводилась первичная обработка хориоретинальной раны.

Основные этапы разработанной комплексной ПМХО ОТГ зоны III представлены на рисунке 10.

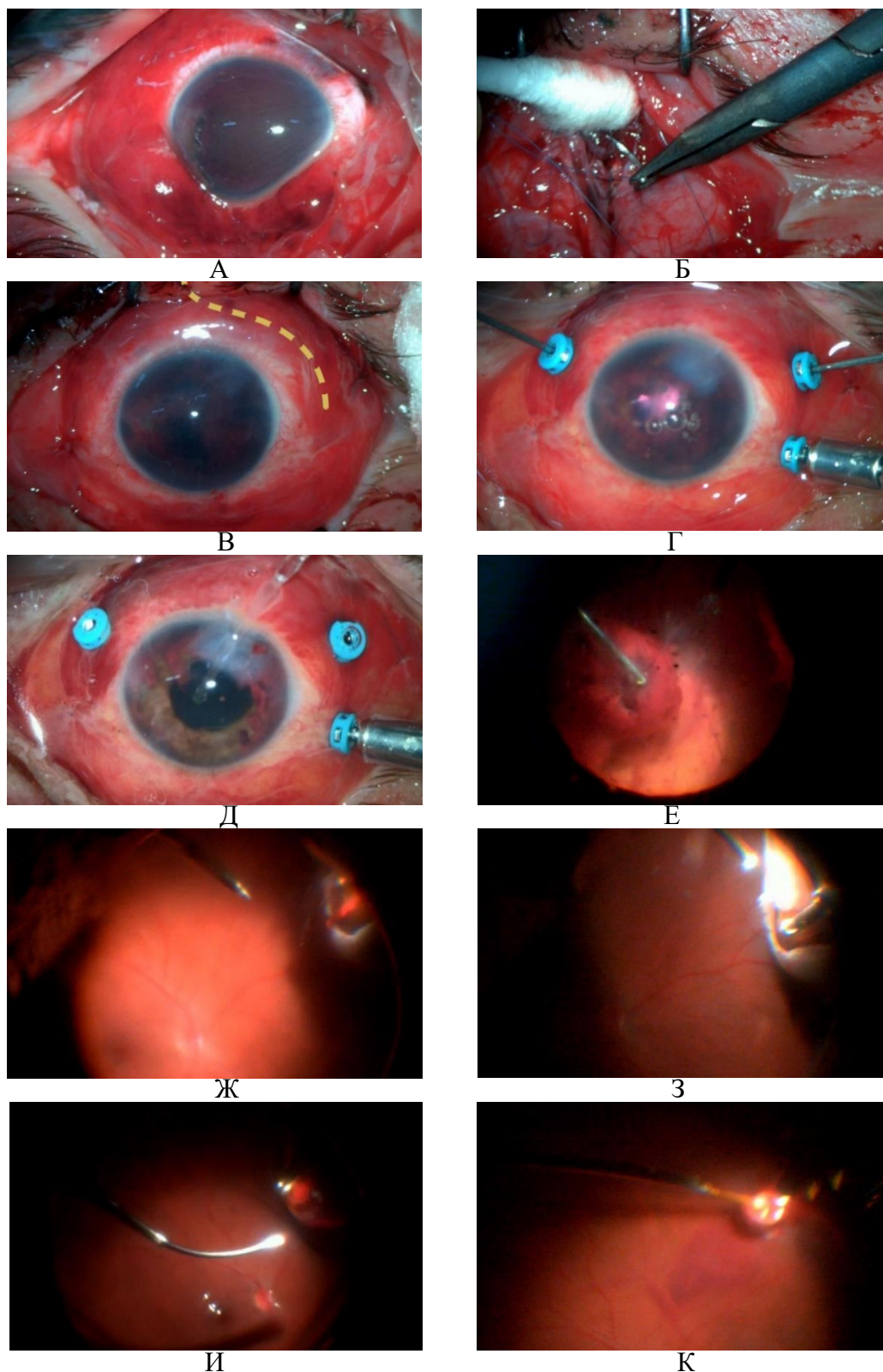


Рисунок 10 -Основные этапы разработанной методики ПМХО проникающих ранений склеры с повреждением сетчатки: А - ОТГ зоны II-III; Б - Ушивание раны склеры; В - Проекция ушитой раны склеры и конъюнктивы; Г – Витреоленсэктомия; Д - Промывание передней камеры, аспирация сгустков крови; Е - Субтотальная витрэктомия; Ж – Локализация, оценка состояния хориоретинальной раны, эндокоагуляция кровоточащих сосудов; З - Очистка дна раны витреотомом, выравнивание краев, аспирация субретинальной жидкости при наличии локальной отслойки; И - Эндолазеркоагуляция вокруг хориоретинального дефекта; К - Капля Р-PRP на хориоретинальный дефект.

Первичная обработка хориоретинальной раны после проведенной субтотальной витрэктомии и эндокоагуляции кровотокающихся сосудов состояла в тщательной очистке поверхности сетчатки по краям раны с помощью витреотома в режиме “shave”, подвернутые края раны выравнивались, дно вычищалось от сгустков крови, перемешанных с волокнами витреума. В случаях наличия локальной отслойки сетчатки проводилась аспирация субретинальной жидкости в воздушной среде, при необходимости с использованием ПФОС. Вокруг очищенного и выровненного хориоретинального дефекта проводилась эндолазеркоагуляция в 2 – 3 ряда. Образовавшийся хориоретинальный дефект заполнялся P-PRP плазмой (2-3 капли) с помощью субретинальной канюли 25-38G с использованием склерокомпрессии (рисунок 11). Выбор данного типа канюли обусловлен гибкостью ее кончика, что беспрепятственно позволяет направлять его с помощью световода на самые периферические отделы сетчатки и высокодозированно использовать P-PRP.



Рисунок 11. Гибкий кончик субретинальной канюли 25-38G

Тампонада витреальной полости осуществлялась силиконовым маслом или газовой смесью. Выбор тампонирующего вещества проводился в соответствии с принципами расположения хориоретинального дефекта. При

локализации ранения с 3 до 9 часов (верхняя половина) тампонада выполнялась 12% газоздушной смесью C3F8, в случаях локализации в нижней половине – силиконовым маслом 5700 сантистокс. В 2 случаях тампонада осуществлялась ПФОС с последующей заменой (через 7-10 дней) на газ/силиконовое масло/физиологический раствор в связи с наличием агрессивного септического эндофтальмита. В 3 случаях тампонирующее вещество не применялось в связи с пограничным расположением раневого дефекта на уровне зубчатой линии.

В части случаев при поступлении пациента в стационар в вечернее, ночное время, в выходные дни, в случаях отсутствия витреоретинального хирурга в дежурной бригаде, неотложно проводилось ушивание фиброзной оболочки, а проведение субтотальной витрэктомии с первичной обработкой хориоретинальной раны проводилось на 2 – 3 сутки (что укладывалось во временные рамки первичной хирургической обработки).

3.3.3. Комплексная сравнительная оценка клинической эффективности и безопасности традиционного и разработанного подходов к хирургическому лечению проникающих ранений склеры с повреждением сетчатки (ОТГ зоны III)

В рамках третьей серии клинических исследований проведена комплексная сравнительная оценка безопасности и эффективности разработанного (Основная группа – ОГ) и традиционного (Контрольная группа – КГ) подходов.

Всем пациентам ОГ (41 пациент), проведено хирургическое лечение согласно разработанному комплексному алгоритму, при этом 27 пациентам субтотальная витрэктомия с обработкой хориоретинальной раны проведена одновременно с ушиванием фиброзной оболочки при поступлении пациента в стационар. Остальным 14 пациентам при поступлении проведена микрохирургическая обработка роговицы и склеры, а субтотальная

витрэктомия с обработкой хориоретинальной раны выполнена на 2-3 сутки, что укладывалось во временные рамки первичной хирургической обработки. В 21 случае тампонада проведена силиконовым маслом, в 16 – газовой смесью, в 1 - ПФОС, в 2 – физиологический раствор. ПФОС заменен через 10 дней на газовую смесь. Силиконовое масло удалялось в среднем через $4,1 \pm 1,19$ месяцев в 17 случаях, в 3 случаях рекомендована длительная тампонада. Повторные оперативные вмешательства на сетчатке в отсроченном периоде в сроки от 3 до 12 месяцев проведены в 5 случаях в связи с прогрессированием ПВР, рецидивами отслойки сетчатки, применялись стандартные приемы проведения круговой или локальной ретиномии с повторной тампонадой силиконовым маслом 5700 сантистокс. Одному пациенту проведена антиглаукомная операция в связи с неэффективностью консервативной гипотензивной терапии.

Больным КГ (48 пациентов) проводилось хирургическое лечение согласно традиционному алгоритму. При поступлении в стационар выполнялась ПМХО фиброзной оболочки глазного яблока и далее проводился консервативный курс лечения. Через 1-2 недели, после купирования острой воспалительной реакции на травму и достижения гемостаза, оценивался локальный статус, определялись показания для следующих оперативных вмешательств. После оценки 33 пациентам проведена субтотальная витрэктомия в среднем на $10,5 \pm 5,2$ сутки с тампонадой силиконовым маслом 5700 сантистокс в 20 случаях, газовой смесью C3F8 – в 7 случаях, ПФОС – в 2 случаях, без тампонады – в 4 случаях. Остальным 12 пациентам витрэктомия не проведена по следующим причинам: в связи с потерей перспективности данного вида вмешательства (ухудшение зрения до полной потери светоощущения) - 7 случаев, в связи с развитием стойкого отека стромы и десцеметита через несколько дней после травмы, а также имбибицией роговицы кровью с формированием гематокорнеа – 2 случая, в связи с частичным рассасыванием гемофтальма, появлением визуального контроля за хориоретинальной раной и лазеркоагуляцией вокруг дефекта – 3

случаев. Из 33 пациентов, которым была проведена витрэктомия, 12 проведены повторные оперативные вмешательства в отсроченном периоде в сроки от 3 до 10 месяцев в связи с прогрессированием ПВР, с повторной тампонадой силиконовым маслом, 9 из которых рекомендована длительная тампонада. Одному пациенту с рассосавшимся гемофтальмом без проведенной витрэктомии проведено отсроченное хирургическое вмешательство в связи с развитием отслойки сетчатки.

Функциональные результаты лечения через 1 и 6 месяцев в ОГ и КГ представлены в Таблице 6.

Таблица 6 – Сравнительная оценка остроты зрения в основной группе и контрольной группе пациентов через 1 и 6 месяцев после оперативного вмешательства

Характеристики	Основная группа (n = 41)	Контрольная группа (n = 48)	P
	Через 1 месяц		
Средняя МКОЗ (M±σ)	0,167±0,2	0,081±0,125	<0,05
Отсутствие предметного зрения (МКОЗ ≤ pr.l.certa), n случаев	5 (12%)	21 (44%)	<0,05
Острота зрения 0,1 и выше, n случаев	23 (56%)	17 (35%)	>0,05
	Через 6 месяцев		
Средняя МКОЗ(M±σ)	0,18 ± 0,22	0,09 ± 0,15	<0,05
Отсутствие предметн. Зрения (МКОЗ ≤ pr.l.certa), n случаев	10 (24%)	27 (56%)	<0,05
Острота зрения 0,1 и выше, n случаев	21 (51%)	17 (35%)	>0,05

В обеих группах отмечалась положительная динамика в повышении остроты зрения после проведенных оперативных вмешательств в течение первого месяца.

В результате проведенного статистического анализа МКОЗ в ОГ и КГ через 1 и 6 месяцев с использованием U-критерия Манна - Уитни нами были установлены статистически значимые различия (через 1 месяц $p < 0,05$; через 6 месяцев $p < 0,05$). В ОГ отмечалась существенно большая (в 2 раза) средняя МКОЗ, чем в КГ.

При этом стоит также отметить, что количество пациентов с отсутствием предметного зрения через 1 месяц в ОГ составило 5 человек (12%) против 21 (44%) в КГ; через 6 месяцев в ОГ – 10 человек (24%) против 27 (56%) в КГ. Статистический анализ с использованием критерия Хи-квадрат Пирсона выявил значимые различия в количестве пациентов с отсутствием предметного зрения в исследуемых группах (через 1 месяц $p < 0,05$; через 6 месяцев $p < 0,05$).

Количество пациентов с МКОЗ выше 0,1 через 1 месяц составило 23 (56%) в ОГ, против 17 (35%) в КГ; через 6 месяцев – 21 (51%) в ОГ, против 17 (35%) - в КГ. Проведенный статистический анализ с использованием критерия Хи-квадрат Пирсона не выявил значимых различия в количестве пациентов со зрением выше 0,1 в ОГ и КГ ($p > 0,05$).

Стоит добавить, что в обеих группах в период со 2 по 6 месяц не отмечалось статистически значимой прибавки в значении средней МКОЗ, однако структура распределения остроты зрения несколько видоизменялась. При анализе МКОЗ через 6 месяцев отмечено увеличение количества пациентов с отсутствием предметного зрения в сравнении с данными через 1 месяц, что объясняется развитием и прогрессированием отдаленных посттравматических осложнений.

Ранняя послеоперационная воспалительная реакция характеризовалась разной выраженностью. Структура частоты проявления воспалительного ответа в ОГ и КГ представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Характер воспалительной реакции у пациентов основной и контрольной групп (количество случаев)

Степень выраженности воспалительной реакции		Основная группа (n=41)	Контрольная группа (n=48)	P
Ареактивная		29	21	<0,05
Реактивная	Умеренная	8	17	<0,05
	Выраженная	4	10	

Ранний послеоперационный период протекал ареактивно (отсутствие видимых воспалительных явлений в передней камере и стекловидном теле) в 71% случаев в ОГ и в 44% в КГ ($p<0,05$). Явления умеренной воспалительной реакции (умеренная опалесценция влаги и фибринные тяжи в передней камере, умеренные явления экссудации в задней камере и витреальной полости) отмечены в 19% случаев в ОГ против 35% в КГ ($p<0,05$). Гиперреактивная воспалительная реакция (фибринные пленки в передней камере, гипопион, выраженная экссудация в задней камере и стекловидном теле) диагностированы лишь в 10% случаев в ОГ и в 21% в КГ ($p<0,05$). Выявленные значимые различия связаны с ранней санацией витреальной полости в ОГ, в результате которой, кроме удаления инфекционных агентов снижалась концентрация медиаторов воспаления, синтезирующихся в большом количестве во внутриглазные жидкие среды в ответ на альтерацию (травму)

Таким образом, воспалительные явления, возникающие в раннем послеоперационном периоде в основной группе в целом, характеризовались

мягкостью течения. Количество случаев проявления выраженной воспалительной реакции было больше в контрольной группе. Столь значимая разница в течении раннего посттравматического периода связана с ранней санацией витреальной полости в основной группе, в результате которой, кроме удаления инфекционных агентов снижалась концентрация медиаторов воспаления, синтезирующихся в большом количестве во внутриглазные жидкие среды в ответ на альтерацию (травму) [77, 87, 141].

Явления транзиторной посттравматической гипертензии, вероятно, были связаны с закупориванием трабекулярной сети элементами крови и воспалительными клетками. В ОГ кратковременное повышение ВГД от 25 до 38 отмечены в 13 случаях (32%), в КГ от 25 до 42 мм рт.ст. – в 31 случаях (65%), $p < 0,05$. Все случаи развития транзиторной офтальмогипертензии купированы консервативно в течение 1 недели в обеих группах исследования. Диагноз посттравматической вторичной глаукомы поставлен 3 пациентам из ОГ (7%) и 3 пациентам из КГ (6%) в течение 6 месяцев, $p > 0,05$.

Наиболее частым отдаленным посттравматическим осложнением являлось развитие ПВР. Манифест патологических внутриглазных пролиферативных изменений, диагностируемых офтальмоскопически или с использованием дополнительных методов исследования, имел широкий временной диапазон от 2 недель до 5 месяцев, при этом в КГ возникал раньше (в среднем через $4,0 \pm 3,4$ недель), в ОГ – позже (в среднем через $7,8 \pm 6,0$ недель). Количественные и структурные показатели развития ПВР в исследуемых группах в течение 6 месяцев представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Признаки ПВР, выявленные среди пациентов основной и контрольной групп

Выявленные признаки ПВР	Основная группа (n=34)	Контрольная группа (n=48)	P
Всего ПВР, n случаев	12 (29%)	29 (60%)	<0,05
В том числе признаки ПВР anterior – пролиферативные тяжи, фиксированные складки кпереди от экватора, вогнутость цилиарных отростков, отслойка цилиарного тела, n случаев	4	16	<0,05
В том числе признаки ПВР posterior – шварты, мембраны, фиксированные складки, интравитреальные сращения, субретинальные тяжи позади экватора, n случаев	9	20	>0,05
В том числе с развитием субатрофии, n случаев	4	14	<0,05

Примечания: суммарное количество ПВР anterior и posterior выше общего количества случаев ПВР в связи с наличием в ряде случаев обоих типов ПВР.

В ОГ развитие одного или нескольких признаков ПВР в течение 6 месяцев отмечено у 12 пациентов (29%), среди которых изолированные пролиферации позади экватора отмечены в 6 случаях, изолированный кпереди от экватора - в 1 случае, смешанные – в 3 случаях. Развитие субатрофии в исходе борьбы с развившейся ПВР получено в 4 случаях (10%), среди которых признаки ПВР anterior отмечены во всех случаях.

Проведенный статистический анализ с использованием критерия Хи-квадрат Пирсона выявил существенные различия в развитии ПВР в ОГ и КГ ($p < 0,05$). Шансы наличия ПВР в КГ были выше в 3,6 раз, по сравнению с ОГ, различия шансов были статистически значимыми, при этом локализация пролиферативных процессов в КГ смещалась к передним отделам (тип anterior) больше, чем в ОГ ($p < 0,05$). Субатрофия травмированного глазного яблока в исходе лечения развилась у 4 пациентов (10%) в ОГ и у 14 пациентов (29%) в КГ, различия оказались статистически значимыми ($p < 0,05$).

Таким образом, разработанный подход к хирургическому лечению пациентов с ОТГ зоны III (проникающие ранения склеры с повреждением сетчатки), характеризуется (по сравнению с традиционным) более высоким уровнем безопасности и клинической эффективности, что подтверждается следующими основными положениями:

- значительным снижением вероятности развития ранних и отдаленных послеоперационных осложнений (на 31% ПВР, на 33% транзиторной гипертензии, на 27% реактивной воспалительной реакции), а также исключением таких осложнений как гематокорнеа, токсическое воздействие продуктов распада крови на сетчатку;
- существенным увеличением органосохранности (снижение количества субатрофий на 19%);
- более высокой (в 2 раза) МКОЗ в отделенном (через 6 месяцев) периоде;
- существенно меньшей вероятностью отсутствия предметного зрения (на 32%) в исходе лечения.

Установленная положительная динамика определяется, с нашей точки зрения, следующими преимуществами разработанного комплексного подхода:

- Ранняя локализация и обработка хориоретинальной раны препятствует развитию отслойки сетчатки и швартообразованию от раневого дефекта

- Герметизация открытого ретинального дефекта препятствует выходу клеток пигментного эпителия и их оседанию на передней и задней гиалоидных мембранах с дальнейшим запуском патологического мембранообразования

- Удаление гемофтальма исключает токсическое воздействие его продуктов распада на клетки сетчатки, а также обеспечивает визуальный контроль за состоянием глазного дна в раннем посттравматическом периоде и позволяет своевременно принимать необходимые меры

- Снижает риск развития офтальмогипертензии, связанной с закупоркой трабекулярной сети клетками крови, продуктами их распада, а также воспалительными клетками

- Обеспечивает мягкую воспалительную реакцию ввиду ранней санации витреальной полости, устранения инфекционных компонентов, удаления излишков медиаторов воспаления

- Исключает невозможность проведения субтотальной витрэктомии в отсроченном периоде по причине развития гематокорнеа, стойкого отека стромы роговицы и десцеметита.

Исходя из изложенного, практическое применение разработанного комплексного подхода в офтальмотравматологии позволит, с нашей точки зрения, повысить уровень оказания офтальмологической помощи пациентам с проникающими ранениями склеры с повреждением сетчатки (зона III).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В общей структуре первичной инвалидности по зрению травмы имеют большой вес (22,8%), треть из которых приходится на проникающие ранения. Средний возраст пациентов составляет 35-45 лет, то есть трудоспособное население, что имеет немаловажное социально-экономическое значение. По статистике острота зрения при выписке из стационара госпитализированных с проникающими ранениями составляет менее 0,02 в 25-30% случаев.

С частотой, превышающей 60% ПВР является основной причиной низких функциональных исходов при ОТГ. Этиологически развитие ПВР является многофакторным процессом. К важным факторам риска относятся обширные раны более 6 мм, наличие гемофтальма, ранения зоны III, повреждения цилиарного тела, отслойка сосудистой оболочки, отслойка сетчатки и внутриглазной инфекционный процесс.

Случаи ОТГ с повреждениями зоны III, сочетают в себе комплекс факторов повышенного риска развития ПВР и отличаются наиболее низкими функциональными результатами. По имеющимся литературным данным отсутствие предметного зрения в исходе лечения такой патологии наблюдается в 61-80% случаев, половина из которых заканчивается развитием субатрофии глазного яблока.

При традиционном подходе к лечению ОТГ задачей первого этапа является герметизация фиброзной оболочки, подавление посттравматического воспалительного процесса, борьба с инфекционными осложнениями, а оптико-реконструктивные вмешательства (в том числе витрэктомия), направленные на восстановление внутриглазных структур, проводятся отсроченно на 7-14 день после стихания острого воспалительного ответа. Таким образом в случаях повреждения зоны III первично ушивается склера, в то время как хориоретинальный слой раны остается без внимания на протяжении 1-2 недель. Необработанный хориоретинальный дефект, наряду

с гемофтальмом и повреждениями различных внутриглазных структур служат причинами развития отслоек сетчатки, а также создают условия для запуска агрессивного пролиферативного процесса уже на протяжении первых дней, в период ожидания витрэктомии.

Ряд исследований указывает на целесообразность проведения мероприятий, направленных на профилактику развития ПВР. К ним относятся проведение ранней витрэктомии (до 3-4 дней), эписклеральное пломбирование, баллонирование, оказывающие влияние на отдельные звенья патогенеза ПВР при ОТГ различных локализаций. При этом данные литературы указывают на практическое отсутствие комплексной ПМХО ранений зоны III с учетом многослойности повреждения.

Ввиду высокого риска отслойки сетчатки и запуска патологического пролиферативного ответа, проводимые мероприятия должны всесторонне воздействовать на известные звенья патогенеза ПВР, а ушивание наружной фиброзной оболочки сочетаться с первичной обработкой хориоретинального слоя раны, как одного из ключевых компонентов ее развития.

Неудовлетворительные функциональные и анатомические результаты традиционного лечения проникающих ранений склеры с повреждением сетчатки (ОТГ зоны III) определили цель данного исследования: разработать, оценить клиническую эффективность и безопасность комплексной методики хирургического лечения проникающих ранений склеры с повреждением сетчатки.

Исследование выполнено на базе ГАУЗ СО ЦГКБ № 23 г. Екатеринбурга в период с 2019 г. по 2023 г. Под нашим наблюдением находились пациенты с ОТГ различной локализации и различными клинико-функциональными характеристиками. Выполнено три серии клинических исследований.

Первая серия была направлена на анализ и выявление этиологических и патогенетических факторов риска развития тяжелых осложнений,

определяющих неблагоприятные исходы при ОТГ. Проведено ретроспективное одномоментное исследование на основе анализа историй болезни 255 пациентов за 2019-2020 гг. (89 % - мужчин; 11 % - женщин) в возрасте от 18 до 79 лет (средний возраст $37,94 \pm 14,3$ года) с ОТГ различной локализации и различными клинико-функциональными характеристиками.

Вторая серия клинических исследований выполнялась с целью оценки (на основе офтальмоскопии и оптической когерентной томографии) клинической эффективности применения Р-PRP плазмы в ходе первичной обработки раны сетчатки с позиций морфологических особенностей сформированных хориоретинальных рубцов, их влияния на клинико-функциональный исход и вероятность проведения дополнительных вмешательств на сетчатке.

Третья серия исследований проводилась с целью научного обоснования, разработки, сравнительной оценки безопасности и клинической эффективности комплексного подхода к ПМХО проникающих ранений склеры с повреждением сетчатки (зона III) по сравнению с традиционным подходом к хирургическому лечению.

Критериями включения пациентов второй и третьей серий были: ОТГ с повреждением зоны III, общая длина раны более 6 мм, наличие субтотального/тотального гемофтальма, острота зрения при поступлении от $pr.l.incerta$ до 0,02, сроки поступления в стационар после травмы до 3 суток. Критериями исключения: полное отсутствие светоощущения (острота зрения 0), ОТГ без повреждения зоны III, наличие частичного гемофтальма или его отсутствие (хориоретинальная рана визуализируется офтальмоскопически).

Согласно критериям проведен отбор 127 пациентов (90,55 % - мужчин; 9,45% - женщин), возрастом от 18 до 68 лет, разделенных на три равнозначные по состоянию зрения и характеру травмы группы:

- основная группа - 41 пациент (41 глаз), хирургическое лечение которых проводилось по разработанному комплексному подходу,

состоящему в ушивании фиброзной оболочки, проведении субтотальной витрэктомии, санацию и герметизацию раны сетчатки (включающей очистку дна раны, выравнивание краев, эндокоагуляцию кровотока сосудов, эндолазеркоагуляцию, заполнение хориоретинального дефекта P-PRP плазмой, эндотампонаду газовой смесью или вязкой жидкостью) в рамках первичной обработки;

- группа сравнения - 38 пациентов (38 глаз), которым в рамках хирургического лечения был применен комплексный подход, аналогичный пациентам ОГ, но без применения P-PRP плазмы;

- контрольная группа - 48 пациентов (48 глаз), хирургическое лечение которым выполнялось согласно традиционному подходу, предполагающему ПМХО фиброзной оболочки при поступлении в стационар, а субтотальная витрэктомия проводилась отсрочено через 7-14 дней в случаях необходимости и перспективности данного вмешательства.

Комплексное обследование органа зрения включало в себя стандартные и специальные методы исследования. Стандартное офтальмологическое обследование выполнялось на основе визометрии, кераторефрактометрии, тонометрии, периметрии, биомикроскопического исследования переднего отрезка глаза с помощью щелевой лампы, офтальмоскопии и биомикроскопии витреальной полости, сетчатки с помощью бесконтактных асферических линз, ультразвукового В-сканирования. Из специальных методов дополнительного исследования при первичном обследовании использовали рентгенографию орбиты по Комбергу-Балтину, компьютерную томографию орбиты. Пациентам ОГ и ГС в рамках оценки профиля и состояния сформированного хориоретинального рубца проводилась оптическая когерентная томография периферических отделов в проекции проникающего ранения на бесконтактном оптическом томографе.

Результаты первой серии исследований на основе ретроспективного анализа 255 пациентов с ОТГ показывают, что наиболее значимыми

предикторами неблагоприятных исходов при ОТГ являются: повреждение зоны III, размеры ранения более 6 мм (увеличение размера пропорционально ухудшению результатов), отсутствие предметного зрения при поступлении (4 и 5 степень нарушения зрительных функций), проведение ПМХО в отсроченном периоде (4 сутки и более), наличие гемофтальма, наличие отслойки сетчатки. Отмечены высокие (0,7 – 0,9) и заметные (0,5 – 0,7) корреляционные связи МКОЗ при выписке из стационара с данными факторами, согласно шкале Чеддока. Такие параметры, как пол, возраст, наличие гифемы, травмы радужки, хрусталика, ВГИТ, эндофтальмит, отслойка сосудистой оболочки не имели статистически значимой (слабая, умеренная связь, $r_s < 0,5$) корреляционной связи с функциональным результатом лечения.

Низкие функциональные результаты при повреждениях зоны III связаны с расположением в данной локализации сетчатки, повреждение которой приводит к развитию ее отслойки, что (в сочетании с гемофтальмом и другими факторами) приводит к развитию ПВР. Таким образом ОТГ с локализацией в зоне III требуют особого комплексного подхода к хирургическому лечению.

Анализ влияния P-PRP плазмы на течение раневого процесса проведен во второй серии исследований у пациентов ОГ и ГС, при этом выявлены значимые различия в морфологических характеристиках сформированных хориоретинальных рубцов и в количестве потребовавшихся повторных витреоретинальных вмешательств. При использовании P-PRP плазмы количество мягких деликатных рубцов без грубых деформаций и проминенций в витреальную полость (63%) превышало количество грубых, деформированных (37%). Напротив, обработка хориоретинальной раны без использования P-PRP плазмы обеспечила 68% деформированных и 32% сглаженных рубцов. У пациентов ОГ потребовалось проведение 5 повторных вмешательств, в ГС – 16 ($p < 0,05$). Показатели МКОЗ в отсроченном периоде

статистически не отличались в двух техниках обработки хориоретинальной раны (ОГ и ГС).

Рассматривая традиционный подход к хирургическому лечению ОТГ применительно к ранению зоны III, следует отметить, что первично необработанная хориоретинальная раны является фактором риска следующих патологических состояний: развитие отслойки сетчатки ввиду наличия ее открытого дефекта и просачивания жидкости; образование патологической фиксации стекловидного тела (ввиду ущемления волокон витреума в ране) и швартообразование от хориоретинального дефекта; повреждение гиалоида в проекции раны и выход клеток пигментного эпителия в витреальную полость с их оседанием на субстрате (стекловидное тело и гиалоидная мембрана), формирование матрицы для патологического мембранообразования; скопление крови и медиаторов воспаления стимулируют фибринозно-пластические процессы.

Исходя из изложенного, проведение субтотальной витрэктомии с обработкой и герметизацией хориоретинальной раны в ходе ПМХО представляется достаточно аргументированным, ввиду патогенетических механизмов развития отслойки сетчатки и ПВР, в особенности в случаях наличия гемофтальма, препятствующего клинической оценке хориоретинального дефекта.

Традиционная технология ПМХО в отношении проникающих ранений склеры с повреждением сетчатки (ОТГ зоны III) была усовершенствована авторами в контексте разработки комплекса мероприятий, включающих в себя проведение субтотальной витрэктомии, санацию и герметизацию хориоретинальной раны в рамках первичной хирургической обработки.

Проведенная комплексная сравнительная оценка свидетельствует о более высоком уровне безопасности и клинической эффективности разработанного подхода к хирургическому лечению (по сравнению с традиционным) проникающих ранений склеры с повреждением сетчатки (ОТГ зоны III), что

подтверждается следующими основными положениями:

- значительным снижением вероятности развития ранних и отдаленных послеоперационных осложнений (на 31% ПВР, на 33% транзиторной гипертензии, на 27% реактивной воспалительной реакции), а также исключением таких осложнений как гематокорнеа, токсическое воздействие продуктов распада крови на сетчатку;
- увеличением органосохранности (снижение количества субатрофий на 19%);
- более высокой (в 2 раза) МКОЗ в отделенном (через 6 месяцев) периоде;
- существенно меньшей вероятностью отсутствия предметного зрения (на 32%) в исходе лечения.

Установленная положительная динамика определяется, с нашей точки зрения, следующими преимуществами разработанного комплексного подхода:

- ранняя локализация и обработка хориоретинальной раны препятствует развитию отслойки сетчатки и швартообразованию от раневого дефекта;
- герметизация открытого ретинального дефекта препятствует выходу клеток пигментного эпителия и их оседанию на передней и задней гиалоидных мембранах с дальнейшим запуском патологического мембранообразования;
- тромбоцитарные факторы роста, содержащиеся в P-PRP плазме, стимулируют и ускоряют регенерацию тканей, исключают вялотекущий затяжной воспалительный процесс, способствуют формированию мягких хориоретинальных рубцов, способствуют восстановлению клеток Мюллера, выполняющих каркасную функцию сетчатки;

- удаление гемофтальма исключает токсическое воздействие его продуктов распада на клетки сетчатки, а также обеспечивает визуальный контроль за состоянием глазного дна в раннем посттравматическом периоде и позволяет своевременно принимать необходимые меры;
- снижается риск развития офтальмогипертензии, связанной с закупоркой трабекулярной сети клетками крови, воспалительными клетками;
- обеспечивается мягкая воспалительная реакция ввиду ранней санации витреальной полости, устранения инфекционных компонентов, удаления излишков медиаторов воспаления;
- исключается невозможность проведения субтотальной витрэктомии в отсроченном периоде по причине развития гематокорнеа, стойкого отека стромы роговицы и десцеметита.

Исходя из изложенного, практическое применение разработанного комплексного подхода в офтальмотравматологии позволит, с нашей точки зрения, повысить уровень оказания офтальмологической помощи пациентам с проникающими ранениями склеры с повреждением сетчатки (зона III).

ВЫВОДЫ

1. Результаты ретроспективного одномоментного исследования этиологических и патогенетических факторов риска развития тяжелых осложнений у пациентов с открытой травмой глаза ($n=255$) свидетельствуют, что наиболее значимыми предикторами неблагоприятных исходов (низкая МКОЗ в исходе лечения) являются: повреждения зоны III (коэффициент корреляции Спирмена (r_s) $-0,71$), размеры ранения более 6 мм (r_s $-0,64$), отсутствие предметного зрения при поступлении (4 - 5 степень нарушения зрительных функций; r_s $0,65$), проведение ПМХО в отсроченном периоде (более 4х суток; r_s $-0,50$), наличие гемофтальма (r_s $-0,57$) и отслойки сетчатки (r_s $-0,52$).

2. Использование P-PRP плазмы при первичной обработке входных хориоретинальных ран обеспечивает выраженное положительное воздействие на формирующийся хориоретинальный рубец у пациентов с открытой травмой глаза зоны III, что подтверждается (по сравнению с пациентами без применения P-PRP плазмы) большей вероятностью формирования мягких рубцов без грубых деформаций и проминенций (63% по сравнению с 32%, $p < 0,05$), а также снижением частоты проведения дополнительных оперативных вмешательств на сетчатке (12% по сравнению с 41%, $p < 0,05$).

3. Научно обоснован и разработан комплексный подход к хирургическому лечению открытой травмы глаза зоны III, учитывающий повреждение сетчатки и высокий риск развития ранних и отдаленных посттравматических осложнений (отслойка сетчатки, пролиферативная витреоретинопатия), основанный на ушивании наружной фиброзной оболочки, проведении субтотальной витрэктомии и первичной обработке раны сетчатки (включающей очистку дна и выравнивание краев, эндолазеркоагуляцию, заполнение образовавшегося хориоретинального дефекта P-PRP плазмой, эндотампонаду газовой воздушной смесью или

силиконовым маслом).

4. Разработанный комплексный подход характеризуется более высоким (по сравнению с традиционной методикой) уровнем безопасности, что подтверждается снижением вероятности развития ранних и отдаленных послеоперационных осложнений (пролиферативной витреоретинопатии на 31%, $p < 0,05$; транзиторной гипертензии на 33%, $p < 0,05$; реактивной воспалительной реакции на 27%, $p < 0,05$), увеличением органосохранности (снижение количества субатрофий на 19%, $p < 0,05$), а также исключением таких осложнений как гематокорнеа, токсическое воздействие продуктов распада крови на сетчатку.

5. Результаты сравнительной оценки свидетельствуют о более высокой клинической эффективности разработанного подхода (по сравнению с традиционной методикой), что подтверждается существенно ($0,18 \pm 0,22$ по сравнению с $0,09 \pm 0,15$, $p < 0,05$) более высокой МКОЗ (через 6 месяцев) и меньшей (на 32%, $p < 0,05$) вероятностью отсутствия предметного зрения в исходе лечения.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Пациентам с ОТГ зоны III (проникающие ранения склеры с повреждением сетчатки), в целях повышения эффективности и безопасности, следует применять разработанный комплексный подход к хирургическому лечению, сочетающий в себе ушивание фиброзной оболочки, проведение субтотальной витрэктомии и первичную обработку раны сетчатки, которая заключается в эндокоагуляции кровотокающих сосудов, санации дна раны, выравнивании ее краев, щадящей эндолазеркоагуляции, заполнении хориоретинального дефекта P-PRP плазмой с последующей эндотампонадой газовой воздушной смесью или вязкой жидкостью.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ВГД – внутриглазное давление
- ВГИТ – внутриглазное инородное тело
- ИОЛ – интраокулярная линза
- ОКТ – оптическая когерентная томография
- ОСО – отслойка сосудистой оболочки
- ОТГ - открытая травма глаза
- МКОЗ - максимально скорректированная острота зрения
- ПВР - пролиферативная витреоретинопатия
- ПМХО - первичная микрохирургическая обработка
- ПТГ - посттравматическая глаукома
- ПФОС – перфторорганическое соединение
- PRP - обогащенная тромбоцитами плазма (platelet rich plasma)
- P-PRP – чистая обогащенная тромбоцитами плазма (pure platelet rich plasma)
- rs – коэффициент корреляции Спирмена

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аринова, Г.П. Клинико-статистический анализ травм глаза / Г. П. Аринова // Медицина и экология. - 2010. - Т.55, №2. - С.83-86.
2. Арсютов, Д.Г. Использование нового типа обогащённой тромбоцитами плазмы - аутологичной кондиционированной плазмы (АСР) в хирургии регматогенной отслойки сетчатки с большими и множественными разрывами, отрывом от зубчатой линии / Д.Г. Арсютов // Современные технологии в офтальмологии. - 2019. - №1. - С.22-25.
3. Арсютов, Д.Г. Использование аутологичной кондиционированной плазмы в хирургии рубцовой стадии субретинальной неоваскулярной мембраны / Д.Г. Арсютов // Саратовский научно-медицинский журнал. - 2020. - Т.16, №2. - С.569-572.
4. Арсютов, Д.Г. Использование аутологичной кондиционированной плазмы, обогащённой тромбоцитами, в хирургии регматогенной отслойки сетчатки с центральным, парацентральным и периферическими разрывами / Д.Г. Арсютов // Саратовский научно-медицинский журнал. - 2019. - Т.15, №2. - С.422-425.
5. Арсютов, Д.Г. Использование обогащенной тромбоцитами плазмы, в том числе аутологичной кондиционированной плазмы, при сквозных ранениях глаза / Д.Г. Арсютов // Саратовский научно-медицинский журнал. - 2020. - Т.16, №1. - С.207-210.
6. Архипова, Л.Т. Клинико-морфологические параллели при посттравматических увеитах / Л.Т. Архипова, И.П. Хорошилова-Маслова, И.А. Кузнецова // Вестник офтальмологии. - 1999. - М 4. - С.17-20.
7. Аршина, Ю.А. Анализ структуры и исходов проникающих ранений глазного яблока и орбиты по данным офтальмологического отделения / Ю.А. Аршина, Н.А. Собянин, Л.Г. Петропавловская // Отражение. - 2019. - Т.9, №2. - С.25-28.

8. Астафьев, И.В. Использование биоматериала "allograft" при хирургическом лечении повреждений глазного яблока / И.В. Астафьев, А.Е. Апрельев, И.В. Ласькова // Оренбургский медицинский вестник. - 2020. - Т.8, №2. - С.17-20.
9. Богатырева, И. В. Состояние и динамика травматизма органа зрения в Удмуртской Республике / И.В. Богатырева, Г.В. Павлова, С.В. Иванов // Социальные аспекты здоровья населения. - 2011. - Т.21, №5. – С.16-20.
10. Бойко, Э.В. Оценка открытой травмы глаза при бинокулярных повреждениях в ходе медицинского обеспечения контртеррористической операции на Северном Кавказе / Э.В. Бойко, С.В. Чурашов, С.Н. Николаев // Вестник Российской военно-медицинской академии. - 2011. - №.2. - С. 188-191.
11. Ботабекова, Т. К. Некоторые аспекты этиопатогенеза пролиферативной витреоретинопатии / Т.К. Ботабекова, Э.Г. Канафьянова, А.О. Байырханова // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2014. - Т.173, №12. - С.79-81.
12. Валеева, Р.Г. Клинико-иммунологические аспекты травматических увеитов, причины энуклеации / Р.Г. Валеева, В. С. Гришина, С.Л. Илуридзе // Вестник офтальмологии. - 1997. - М3. - С.38-41.
13. Волков, В.В. Закрытая травма глаза (понятие, распространённость, эпидемиология, этиопатогенез, госпитализация, диагностика, классификация) / В.В. Волков, Э.В. Бойко, М.М. Шишкин // Офтальмохирургия. - 2005. - № 1. - С.13–17.
14. Волков, В.В. Открытая травма глазного яблока. Сообщение 1. О классификациях / В.В. Волков, Р.Л. Трояновский, Шишкин М. М., Э.В. Бойко, В.М. Тулина, Б.В. Монахов, В.Ф. Черныш, В.В. Сосновский, И.Б. Максимов, Т.Н. Антонюк // Офтальмохирургия. - 2003. - Приложение № 1. - С.3-9.
15. Волков, В.В. Позитивный опыт организации офтальмохирургической помощи при открытой травме глаза (ОТГ) в условиях массовых поражений / В.В. Волков // VIII Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием. Сборник тезисов по материалам конференции. - М., 2009

16. Волков, В.В. Современная боевая травма глаз и принципы оказания специализированной офтальмологической помощи пострадавшим / В.В. Волков // Вестник офтальмологии. - 2006. - Т122, №1. - С.16-22.
17. Гостищев, В. К. Общая хирургия : учебник / В. К. Гостищев // М.: ГЭОТАР Медиа. - 2020. - 5-е изд., испр. и доп. - 736 с.
18. Гундорова, Р.А. Анализ глазного травматизма в Чеченской Республике/ Р.А. Гундорова, О.И. Кваша, А.Х. Борханов // Медицина катастроф. - 2009. - №1. - С.33-34.
19. Гундорова, Р.А. Патогенетическая классификация посттравматической глаукомы / Р.А. Гундорова, А.В. Степанов // Офтальмохирургия. - 1993. - №1. - С.27-32.
20. Гундорова, Р.А. Современная офтальмотравматология / Р.А. Гундорова, А.В. Степанов, Н.Ф. Курбанова // М.: Медицина. - 2007. - 256 с.
21. Гундорова, Р.А. Травмы глаза / Р.А. Гундорова, В.В. Нероев, В.В. Кашников // М.: ГЭОТАР-Медиа. - 2014. - 529 с.
22. Даниличев, В.Ф. Современная офтальмология. Руководство / В.Ф. Даниличев // СПб.: Питер. - 2009. - 2-е изд., перераб. и доп. - 688 с.
23. Даниличев, В.Ф. Современная тактика хирургического лечения боевых огнестрельных повреждений глаз / В.Ф. Даниличев, М.М. Шишкин // Воен.-мед. журн. - 1997. - № 5. - С.22-26.
24. Долгих, В.М. Круговое экстрасклеральное пломбирование как способ борьбы с передней пролиферативной витреоретинопатией при открытой травме глаза: автореф. дисс. канд. мед. Наук / В.М. Долгих. - СПб., 2004.
25. Донцова, Ю.А. Эффективность кругового эписклерального пломбирования в системе витреоретинальной хирургии отслоек сетчатки, осложненных передней витреоретинопатией / Ю.А. Донцова, М.М. Шишкин // Практическая медицина. - 2018. - Т.16, №4. - С.71-73.
26. Захаров, В.Д. Богатая тромбоцитами плазма крови в хирургическом лечении макулярных разрывов. Обзор литературы / В.Д. Захаров, Д.О. Шкворченко,

- Е.А. Крупина // Аспирантский вестник поволжья. - 2016. - Т.16, №5. - С.88-93.
- 27.Захаров, В.Д. Применение богатой тромбоцитами плазмы крови в хирургии регматогенной отслойки сетчатки, осложненной макулярным разрывом / В.Д. Захаров, Д.О. Шкворченко, С.А. Какунина // Таврический медико-биологический вестник. - 2018. - Т.21, №3. - С.39-42.
- 28.Захаров, В.Д. Ультраструктурные особенности витреоретинального интерфейса у пациентов с регматогенной отслойкой сетчатки, осложненной пролиферативной витреоретинопатией / В.Д. Захаров, Н.М. Кислицына, С.В. Колесник // Практическая медицина. - 2017. - Т.9, №2. - С.86-90.
- 29.Захаров, В.Д. Хирургическое лечение регматогенной отслойки сетчатки с пилингом внутренней пограничной мембраны / В.Д. Захаров, Д.О. Шкворченко, С.А. Какунина // Практическая медицина. - 2017. - Т.9, №2. - С.91-95.
- 30.Иванова, Е. В. Современное представление о патогенезе пролиферативной витреоретинопатии / Е.В. Иванова, Г.Ф. Качалина, Т.А. Касмынина // Практическая медицина. - 2012. - Т.59, №4. - С.60-62.
- 31.Казаков, И.С. Современные представления о строении цилиоретинальной зоны / И.С. Казаков, А.В. Золотарев // Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. - 2019. - Т.38, №2. - С.162-167.
- 32.Касымов, Ф.О. Механическая травма органа зрения / Ф.О. Касымов, В.С. Куликов, В.П. Николаенко // СПб.: Издательство СЗГМУ им. И.И. Мечникова. - 2015. - 51 с.
- 33.Колесников, А.В. Результаты лечения проникающих ранений глазного яблока / А.В. Колесников, И.В. Кирсанова, М.М. Аверина // Современные технологии в офтальмологии. - 2021. - №3. - С.330-332.
- 34.Кривошеина, О.И. Проллиферативная витреоретинопатия: факторы патогенеза и закономерности развития / О.И. Кривошеина // Вестник офтальмологии. - 2003. - №3. - С.47-50.

- 35.Крупина, Е.А. Анализ молекулярных и биологических аспектов применения rgr- и аср-терапии / Е.А. Крупина, Р.Р. Файзрахманов, О.А. Павловский // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н. И. Пирогова. - 2020. - Т.15, №3. - С.80-85.
- 36.Куликов, А.Н. Структура, особенности и исходы современной боевой травмы глаза в ходе вооруженных конфликтов с мировым терроризмом / А.Н. Куликов, С.В. Чурашов, С.Н. Николаев // Вестник Российской Военно-медицинской академии. - 2019. - Т.65, №5. - С.310-313.
- 37.Лапочкин, А.В. Дренирующая аутоклапанная лимбосклерэктомия в лечении посттравматической глаукомы / А.В. Лапочкин, Д.В. Лапочкин, Д.А. Захарова // Российский медицинский журнал. - 2018. - Т.24, №5. - С.270-272.
- 38.Леонгардт, Т.А. Организация оказания специализированной офтальмологической помощи пострадавшим с крайне тяжелой боевой открытой травмой глаза (по материалам вооруженных конфликтов на Северном Кавказе в 1994-1996 и 1999-2002 гг.) / Т.А. Леонгардт, А.Б. Белевитин, Э.В. Бойко, И.Ф. Савченко, С.В. Чурашов, С.Н. Николаев // Вестник Российской военно-медицинской академии. - 2010. - №.4. - С.168-171.
- 39.Либман, Е.С. Слепота и инвалидность вследствие патологии органа зрения в России / Е.С. Либман, Е.В. Шахова // Вестник офтальмологии. - 2006. - № 1. - С.35-36.
- 40.Марачева, Н. М. Алгоритм прогноза клинического течения проникающего ранения глазного яблока в зависимости от локализации ранения / Н.М. Марачева // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2010. - Т.118, №12. - С.144-149.
- 41.Марачева, Н. М. Проникающее ранение глазного яблока: структура, клиническая характеристика / Н.М. Марачева // Человек. Спорт. Медицина. - 2010. - Т.182, №6. - С37-40.
- 42.Марачева, Н. М. Течение, исход посттравматического увеита у пациентов с проникающим ранением глазного яблока в зависимости от локализации

- проникающей раны в раннем и отдаленном периоде травмы / Н.М. Марачева // Человек. Спорт. Медицина. - 2010. - Т.213, №37. - С72-75.
- 43.Машак, А.Н. Клиническая анатомия органа зрения / А.Н. Машак, Н.А. Шурина, О.В. Васильева. - Новосибирск. - 2014. - 51 с.
- 44.Михин, А.А. Современная боевая травма глаза. Структура, особенности и исходы лечения / А.А. Михин, С.В. Чурашов, А.Н. Куликов // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н. И. Пирогова. - 2021. - Т.16, №1. – С.132-134.
- 45.Петраевский, А.В. Анализ глазного травматизма взрослого населения волгоградской области за 2013—2015 гг. / А.В. Петраевский, И.А. Гндоян, К.С. Тришкин // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. - 2016. - Т.60, №4. – С.78-81.
- 46.Петраевский, А.В. Глазной травматизм в Российской Федерации / А.В. Петраевский, И.А. Гндоян, К.С. Тришкин // Вестник офтальмологии. - 2018. - Т.134, №4. – С.80-83.
- 47.Петров, С. В. Общая хирургия : учебник / С. В. Петров // М.: ГЭОТАР-Медиа. - 2020. - 4-е изд., перераб. и доп. - 832 с.
- 48.Письменская, В. А. Хирургическое лечение проникающих осколочных ранений с вовлечением заднего сегмента глазного яблока / В.А. Письменская, Н.М. Кислицына // Практическая медицина. - 2012. - Т.4, №2. - С.167-172.
- 49.Попов, Е.М. Сравнение показателей получаемой разными способами аутоплазмы, используемой для лечения пациентов с макулярным разрывом / Е.М. Попов, А.Н. Куликов, С.В. Чурашов // Офтальмологические ведомости. - 2021. - Т.14, №4. - С.27-34.
- 50.Ропкина, Т.И. Влияние обработки и хранения склеропластических материалов на качественные и количественные характеристики импланта и результаты приживления его в эксперименте / Т.И. Ропкина, С.И. Багров // Офтальмохирургия. - 2002. - №2. - С.68-77.

51. Степанянц А.Б. Открытая травма глазного яблока: структура, особенности диагностики и лечения / А.Б. Степанянц, Е.В. Бобыкин, Е.И. Колесникова // Уральский медицинский журнал. - 2009. - Т.55, №1. - С.80-83.
52. Степанянц, А.Б. Баллонирование в офтальмохирургии / А.Б. Степанянц // Офтальмохирургия. - 2008. - №3. - С.34-36.
53. Степанянц, А.Б. Методы баллонирования в хирургии повреждений склеры / А.Б. Степанянц // Офтальмохирургия. - 2008. - №2. - С.50-55.
54. Степанянц, А.Б. Система комплексной диагностики, хирургического лечения и реабилитации пациентов с повреждениями склеры: дис. докт. мед. Наук / А.Б. Степанянц. - М., 2009.
55. Фабрикантов, О.Л. Лечение регматогенной отслойки сетчатки, осложненной пролиферативной витреоретинопатией (обзор литературы) / О.Л. Фабрикантов, Д.А. Коняев, Р.Э. Османов // Сибирский научный медицинский журнал. - 2018. - Т.38, №1. - С.69-76.
56. Ченцова, Е.В. Клинические рекомендации, открытая травма глаза: клиника, диагностика, лечение / Е.В. Ченцова, И.Б. Алексеева, А.Н. Куликов // М.: Общероссийская общественная организация «Ассоциация врачей-офтальмологов». - 2017. - 32 с.
57. Чупров, А.Д. Опыт хирургического лечения макулярных разрывов с использованием аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами (PRP) (первые клинические результаты) / А.Д. Чупров, Е.А. Ломухина, А.Н. Казеннов // Практическая медицина. - 2017. - Т.9, №2. - С.247-249.
58. Шишкин, М.М. Влияние профилактического кругового пломбирования склеры на результаты хирургического лечения прободных склеральных ранений, осложнившихся развитием пролиферативной витреоретинопатии / М.М. Шишкин, В.М. Долгих // Современные технологии лечения витреоретинальной патологии: Сб. науч. статей. - М., 2002. - С.312-318.
59. Шишкин, М.М. Передняя пролиферативная витреоретинопатия (патогенез, лечение, профилактика): автореф. дисс. докт. мед. Наук / М.М. Шишкин. - СПб., 2000. - 51 с.

60. Шишкин, М.М. Эписклеральное круговое пломбирование в хирургии рецидивов регматогенной отслойки сетчатки на авитреальных глазах / М.М. Шишкин, Е.А. Кочева, Р.Р. Файзрахманов // Вестник офтальмологии. - 2022. - Т.138, №6. - С.65-69.
61. Шкворченко, Д.О. Хирургическое лечение первичного макулярного разрыва с применением богатой тромбоцитами плазмы крови / Д.О. Шкворченко, В.Д. Захаров, Е.А. Крупина // Офтальмохирургия. - 2017. - №3. - С.27-30.
62. Эль Жухадар, В.Х. Особенности развития раневого процесса в стекловидной камере глаза в зависимости от локализации проникающего склерального ранения (экспериментальное исследование): автореф. дисс. канд. мед. Наук / В.Х. Эль Жухадар. - СПб., 2001. - 16 с.
63. Agrawal, R. Controversies in ocular trauma classification and management: review / R. Agrawal, M. Shah, K. Mireskandari // Int Ophthalmol. - 2013. - №33. - P.435-445.
64. Agrawal, R. Pre-operative variables affecting final vision outcome with a critical review of ocular trauma classification for posterior open globe (zone III) injury / R. Agrawal, S.W., S. Teoh // Indian journal of ophthalmology. - 2013. - Vol.61, №10. - P.541-545.
65. Ahmed, Y. Endophthalmitis following open-globe injuries / Y. Ahmed, A.M. Schimel, A. Pathengay // Eye (Lond). - 2012. - Vol.26, №2. - P.212-217.
66. Al-Mezaine, H.S. Prognostic Factors After Repair of Open Globe Injuries/ H.S. Al-Mezaine, E.A. Osman, D. Kangave // The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care. - 2010. - Vol.69, №4. - P.943-947.
67. Angi, M. Proteomic analyses of the vitreous humour / M. Angi, H. Kalirai, S.E. Coupland // Mediators of Inflammation. - 2012. - P.7. - 148039.
68. Arias, J.D. Plasma rich in growth factors for persistent macular hole: A pilot study / J.D. Arias, A.T. Hoyos, B. Alcántara // Retin Cases Brief Rep. - 2022. - Vol.16, №2. - P.155-160.

69. Arroyo, J.G. A matched study of primary scleral buckle placement during repair of posterior segment open globe injuries / J.G. Arroyo, E.A. Postel, K.M. Egan // *Br J Ophthalmol.* - 2003. - Vol.87. - P.75-78.
70. Arthrex.com [Internet]. Инструкция по применению системы Arthrex АСР шприц в шприце фирмы Arthrex [дата обращения: 03.09.2023]. https://www.arthrex.com/resources/brochures/pF8_4Jzo7U2V9AF47os7pg/arthrex-acpdouble-syringe-hettich-centrifuge
71. Atik, S.S. Open globe injury: demographic and clinical features / S.S. Atik, S. Ugurlu, E.D. Egrilmez // *Craniofac Surg.* - 2018. - Vol.29, №3. - P.628-631.
72. Barker-Griffith, A.E. The Ciliary Body / A.E. Barker-Griffith, B.W. Streeten, M. Fikhman // *Duane's Foundations of Clinical Ophthalmology.* – 2011.
73. Bauza, A.M. A 10-year review of assault-related open-globe injuries at an urban hospital / A.M. Bauza, P. Emami, N. Soni N // *Arch Clin Exp Ophthalmol.* - 2012. - 251. - P.653-659.
74. Bauza, A.M. Work-related open-globe injuries: demographics and clinical characteristics / A.M. Bauza, P. Emami, J.H. Son // *Eur J Ophthalmol.* - 2012. - Vol.23. - P.242-248.
75. Blackford, B.G. Proliferative Vitreoretinopathy After Combat Ocular Trauma in Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom: 2001-2011 / B.G. Blackford, G.A. Justin, K.M. Baker // *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina.* - 2020. - Vol.51, №10. - P.556-563.
76. Blair, P. Platelet alpha-granules: basic biology and clinical correlates / P. Blair, R. Flaumenhaft // *Blood Rev.* - 2009. - Vol.23, №4. - P.177-189.
77. Cardillo, J.A. Post-traumatic proliferative vitreoretinopathy. The epidemiologic profile, onset, risk factors, and visual outcome / J.A. Cardillo, J.T. Stout, L. LaBree // *Ophthalmology.* - 1997. - Vol.104, №7. - P.1166-1173.
78. Chauhan, M.Z. Outcomes of pars plana vitrectomy following ocular trauma at varying surgical time points / M.Z. Chauhan, M. Georgiou, H. Al-Hindi // *Int J Retina Vitreous.* - 2022. - Vol.8, №1. - P.49.

79. Chee, Y.E. Retinal Detachment After Open-globe Injury / Y.E. Chee, M.M. Patel, D.G. Vavvas // *International Ophthalmology Clinics*. - 2013. - Vol.53, №4. - P.79-92.
80. Chen, X. Effects of timing of vitrectomy performed for open-globe injury patients on the thickness of retinal nerve fiber layer / X. Chen, Y. Zhu, S. Hu // *Pak J Med Sci*. - 2015. - Vol.31, №1. - P.100-104.
81. Chronopoulos, A. Occult globe rupture: diagnostic and treatment challenge / A. Chronopoulos, J.M. Ong, G. Thumann // *Surv Ophthalmol*. - 2018. - №63. - P.694-699.
82. Cleary, P.E. Histology of wound, vitreous, and retina in experimental posterior penetrating eye injury in the rhesus monkey / P.E. Cleary, S.J. Ryan // *Am J Ophthalmol*. - 1979. - №88. - P.221-231.
83. Cohen, D. The outcomes of primary scleral buckling during repair of posterior segment open-globe injuries / D. Cohen, J. Levy, T. Lifshitz // *BioMed research international*. - 2014. - 613434.
84. Coleman, D.J. Early vitrectomy in the management of the severely traumatized eye / D.J. Coleman // *Am J Ophthalmol*. - 1982. - Vol.93. - P.543-551.
85. Colyer, M.H. Perforating Globe Injuries during Operation Iraqi Freedom / M.H. Colyer, D.W. Chun, K.S. Bower // *Ophthalmology*. - 2012. - Vol.115, №11. - P.2087–2093.
86. Court, J.H. Visual and ocular morbidity in severe open-globe injuries presenting to a regional eye Centre in New Zealand / J.H. Court, L.M. Lu, N. Wang // *Clin Exp Ophthalmol*. - 2019. - Vol.47, №4. - P.469–477.
87. Cowley, M. Clinical risk factors for proliferative vitreoretinopathy / M. Cowley, B.P. Conway, P.A. Campochiaro // *Arch Ophthalmol*. - 1989. - Vol.107, №8. - P.1147-1151.
88. Delamere, N.A. Ciliary Body and Ciliary Epithelium / N.A. Delamere // *Adv. Organ Biol*. - 2005. - Vol. 10. - P.127-148.

- 89.Diddie, K.R. Anterior proliferative vitreoretinopathy in the silicone study. Silicone Study Report Number 10 / K.R. Diddie, S.P. Azen, H.M. Freeman // Ophthalmology. - 1996. - Vol.103, №7. - P.1092–1099.
- 90.Ehrenfest, D.M. In search of a consensus terminology in the field of platelet concentrates for surgical use: plateletrich plasma (PRP), platelet-rich fibrin (PRF), fibrin gel polymerization and leukocytes / D.M. Ehrenfest, T. Bielecki, A. Mishra // Curr Pharm Biotechnol. - 2012. - Vol.13, №7. - P.1131–1137.
- 91.El Chehab, H. Les endophtalmies post-traumatiques [Post-traumatic endophthalmitis] / H. El Chehab, J.P. Renard, C. Dot // J Fr Ophtalmol. - 2016. - Vol.39, №1. - P.98-106.
- 92.Elner, S.G. The pathology of anterior (peripheral) proliferative vitreoretinopathy / S.G. Elner, V.M.H. MacKenzie Freeman, F. Tolentino // Transactions of the American Ophthalmological Society. - 1988. - Vol.86. - P.330–353.
- 93.Entezari, M. Visual outcome and ocular survival in open-globe injuries / M. Entezari, H.M. Rabei, M.M. Badalabadi // Injury. - 2016. - Vol.37. - P.633-637.
- 94.Esmali, B. Visual outcome and ocular survival after penetrating trauma. A clinicopathologic study / B. Esmali, S.G. Elner, A. Schork // Ophthalmology. - 1995. - Vol.102. - P.393-400.
- 95.Essex, R.W. Post-traumatic endophthalmitis / R.W. Essex, Q. Yi, P.G. Charles. P.J. Allen // Ophthalmology. - 2004. - Vol.111, №11. - P.2015-2022.
- 96.Feng, K. Risk factors, anatomical, and visual outcomes of injured eyes with proliferative vitreoretinopathy: eye injury vitrectomy study / K. Feng, Y. Hu, C. Wang // Retina. - 2013. - Vol.33. - P.1512–1518.
- 97.Ferreira, N. Outcome of vitrectomy and chorioretinectomy in perforating eye injuries / N. Ferreira, S. Monteiro, A. Meireles // Ophthalmic Res. - 2015. - Vol.53, №4. - P.200-206.
- 98.Fujikawa, A. Visual outcomes and prognostic factors in open-globe injuries / A. Fujikawa, Y.H. Mohamed, H. Kinoshita // BMC ophthalmology. - 2018. - Vol.18, №1. - P.138-148.

99. Ghoraba, H.H. Timing of pars plana vitrectomy in management of gunshot perforating eye injury: observational study / H.H. Ghoraba, M.A. Heikal, H.O. Mansour // *J Ophthalmol.* - 2016. - 1487407.
100. Girkin, C.A. Glaucoma following penetrating ocular trauma: A cohort study of the United States Eye Injury Registry / C.A. Girkin, G. McGwin, R. Morris // *American Journal of Ophthalmology.* - 2015. - Vol.139, №1. - P.100-105.
101. Han, D.P. Management of traumatic hemorrhagic retinal detachment with pars plana vitrectomy / D.P. Han, W.F. Mieler, D.M. Schwartz // *Arch Ophthalmol.* - 1990. - Vol.108. - P.1281–1286.
102. Han, L. The Vitrectomy Timing Individualization System for Ocular Trauma (VTISOT) / L. Han, J. Jia, Y. Fan // *Sci Rep.* - 2019. - Vol.9, №1. - 12612.
103. Han, S.B. Visual outcome after open globe injury and its predictive factors in Korea / S.B. Han, H.G. Yu // *J Trauma.* - 2010. - Vol.69, №5. - P66-72.
104. He, Y. Timing influence on outcomes of vitrectomy for open-globe injury: a prospective randomized comparative study / Y. He, L. Zhang, F. Wang // *Retina.* - 2020. - Vol.40, №4. - P.725-734.
105. Hermsen, V. Vitrectomy in severe ocular trauma / V. Hermsen // *Ophthalmologica.* - 1984. - Vol.189. - P.86-92.
106. Hocaoglu, M. Retinotomy and retinectomy for anterior inferior proliferative vitreoretinopathy: Can visual outcome be improved? / M. Hocaoglu, M. Karacorlu, M. Giray Ersoz // *European journal of ophthalmology.* - 2021. - 11206721211012848. Advance online publication
107. Idrees, S. Proliferative Vitreoretinopathy: A Review / S. Idrees, J. Sridhar, A.E. Kuriyan // *International ophthalmology clinics.* - 2019. - Vol.59, №1. - P.221-240.
108. Isaac, D.L.C. Prognostic factors in open globe injuries / D.L.C. Isaac, V.C. Ghanem, M.A. Nascimento // *Ophthalmologica.* - 2003. - Vol.217. - P.431-435.
109. Jin, Y. Traumatic proliferative vitreoretinopathy: Clinical and Histopathological Observations / Y. Jin, H. Chen, X. Xu // *Retina (Philadelphia, Pa.).* - 2017. - Vol.37, №7. - P.1236-1245.

110. Jovanović, M. Mechanical injuries of the eye: incidence, structure and possibilities for prevention / M. Jovanović, I. Stefanović // *Vojnosanit Pregl.* - 2010. - Vol.67, №12. - P.983-990.
111. Jovanovic, N. Eye injury and demographic parameters associated with poor visual outcome / N. Jovanovic, C. Peek-Asa, T. Young // *J Fr Ophtalmol.* - 2019. - Vol.42, №8. - P.864-873.
112. Juan, E. Timing of vitrectomy after penetrating ocular injuries / E.J. de Juan, P.J. Sternberg, R.G. Michels // *Ophthalmology.* - 1984. - Vol.91. - P.1072-1074.
113. Justin, G.A. Intraocular Foreign Body Trauma in Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom: 2001 to 2011 / G.A. Justin, K.M. Baker, D.I. Brooks // *Ophthalmology.* - 2018. - Vol.125, №11. - P.1675–1682.
114. Kanu, L.N. Visual and Anatomic Outcomes in Perforating Ocular Injuries / L.N. Kanu, Y. Jiang, A.F. Gonzalez // *Journal of vitreoretinal diseases.* - 2019. - Vol.3, №6. - P.428-437.
115. Kim, J.H. Fourteen-Year Review of Open Globe Injuries in an Urban Korean Population / J.H. Kim, S.J. Yang, D.S. Kim // *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care.* - 2017. - Vol.62, №3. - P.746-749.
116. Knyazer, B. Open globe eye injury characteristics and prognostic factors in southern Israel: a retrospective epidemiologic review of 10 years experience / B. Knyazer, N. Bilenko, J. Levy // *Isr Med Assoc J.* - 2013. - Vol.15, №3. - P.158-162.
117. Knyazer, B. Prognostic factors in posterior open globe injuries (zone-III injuries) / B. Knyazer, J. Levy, S. Rosen // *Clinical & Experimental Ophthalmology.* - 2008. - Vol.36, №9. - P.836-841.
118. Kobayashi, E. Comparative release of growth factors from PRP, PRF, and advanced-PRF / E. Kobayashi, L. Flückiger, M. Fujioka-Kobayashi // *Clin Oral Investig.* - 2016. - Vol.20, №9. - P.2353-2360.
119. Kruger, E.F. Proliferative Vitreoretinopathy After Trauma / E.F. Kruger, Q.D. Nguyen, M. Ramos-Lopez // *International Ophthalmology Clinics.* - 2012. - Vol.42, №3. - P.129–143.

120. Kuhn, F. A quarter of a century of the Birmingham Eye Trauma Terminology (BETT) system / F. Kuhn, R. Morris // *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* - 2021. - Vol.259, №10. - P.2867-2868.
121. Kuhn, F. A standardized classification of ocular trauma / F. Kuhn, R. Morris, C.D. Witherspoon // *Ophthalmology.* - 1996. - Feb. - Vol.103, №2. - P.240-243.
122. Kuhn, F. Early vitrectomy for severe eye injuries / F. Kuhn, R. Morris // *Eye (Lond).* - 2021. - Vol. 35, №5. - P.1288-1289.
123. Kuhn, F. Late versus prophylactic chorioretinectomy for the prevention of trauma-related proliferative vitreoretinopathy / F. Kuhn, S. Teixeira, D.E. Pelayes // *Ophthalmic Res.* - 2012. - Vol.48. - Suppl 1. - P.32-37.
124. Kuhn, F. Prophylactic chorioretinectomy for eye injuries with high proliferative vitreoretinopathy risk / F. Kuhn, W. Schrader // *Clin Anat.* - 2018. - Vol.31. - P.28-38.
125. Kuhn, F. The Birmingham Eye Trauma Terminology system (BETT) / F. Kuhn, R. Morris, C.D. Witherspoon // *J Fr Ophtalmol.* - 2004. - Vol.27, №2. - P.206-210.
126. Kuhn, F. The Ocular Trauma Score (OTS) / F. Kuhn, R. Maisiak, I. Mann, V. Mester // *Ophthalmology Clinics of North America.* - 2002. - Vol.15, №2. - P.163-165.
127. Kuhn, F. The timing of reconstruction in severe mechanical trauma / F. Kuhn // *Ophthalmic Res.* - 2014. - Vol.51, №2. - P.67-72.
128. Lesniak, S.P. Twelve-year review of pediatric traumatic open globe injuries in an urban US population / S.P. Lesniak, A. Bauza, J.H. Son // *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* - 2012. - Vol.49. - P.73–79.
129. Ma, Z.Z. Some important aspects about treatment of open globe injury / Z.Z. Ma, Y.T. Hu // *Zhonghua Yan Ke Za Zhi.* - 2013. - Vol.49. - P.673–675.
130. Machemer, R. An updated classification of retinal detachment with proliferative vitreoretinopathy / R. Machemer, T.M. Aaberg, H.M. Freeman // *American journal of ophthalmology.* - 1991. - Vol.112, №2. - P.159–165.

131. Madhusudhan, A.L. Open globe injury in Hospital Universiti Sains Malaysia - A 10-year review / A.L. Madhusudhan, L.M. Evelyn-Tai, N. Zamri // *Int J Ophthalmol.* - 2014. - Vol.7, №3. - P.486-490.
132. Makhrash, M.A. Open globe eye injury characteristics and prognostic factors in Jazan, Saudi Arabia / M.A. Makhrash, I.M. Gosadi // *Saudi Med J.* - 2016. - Vol.37, №12. - P.1328-1333.
133. Matthews, G.P. Visual outcome and ocular survival in patients with retinal detachments secondary to open- or closed-globe injuries / G.P. Matthews, A. Das, S. Brown // *Ophthalmic Surg Lasers.* - 1998. - Vol.29. - P.48–54.
134. Meng, Y. Prognostic Factors for Open Globe Injuries and Correlation of Ocular Trauma Score in Tianjin, China / Y. Meng, H. Yan // *Journal of Ophthalmology.* - 2015. - P.1–6.
135. Mieler, W. F. The role and timing of pars plana vitrectomy in penetrating ocular trauma / W.F. Mieler, R.A. Mitra // *Archives of ophthalmology (Chicago, Ill. : 1960).* - 1997. - Vol.115, №9. - P.1191–1192.
136. Mietz, H. Anterior proliferative vitreoretinopathy in trauma and complicated retinal detachment. A histopathologic study / H. Mietz, B. Kirchof, K. Heimann // *German journal of ophthalmology.* - 1994. - Vol.3, №1. - P.15–18.
137. Mitra, R.A. Controversies in the management of open-globe injuries involving the posterior segment / R.A. Mitra, W.F. Mieler // *Surv Ophthalmol.* - 1999. - Vol.44. - P.215-225.
138. Mohammad, H. Subconjunctival Cataract After Trauma / H. Mohammad, H. Dastjerdi // *Arch. Ophthalmol.* - 2002. - Vol.120, №8. - 1102.
139. Moharana, B. Commentary: Open globe injury: The Indian perspective / B. Moharana, R. Gupta, B. Sharma // *Indian J Ophthalmol.* - 2022. - Mar. - Vol.70, №3. - P.864-865.
140. Monteiro, S. Prophylactic Chorioretinectomy in Open Ocular Trauma: A Series of 36 Eyes / S. Monteiro, A. Meireles // *Ophthalmologica.* - 2018. - Vol.240, №1. - P.55-60.

141. Morescalchi, F. Proliferative vitreoretinopathy after eye injuries: an overexpression of growth factors and cytokines leading to a retinal keloid / F. Morescalchi, S. Duse, E. Gambicorti // *Mediators of inflammation*. - 2013. – 269787.
142. Nadal, J. Treatment of recurrent retinal detachment secondary to optic nerve coloboma with injection of autologous platelet concentrate / J. Nadal, M. López-Fortuny, P. Sauvageot // *J AAPOS*. - 2012. - Vol.16, №1. - P.100-101.
143. Osman, E.A. Glaucoma after open globe injury / E.A. Osman // *Saudi Journal of Ophthalmology*. - 2015. - Vol.29, №3. - P.222–224.
144. Osman, E.A. Glaucoma After Open-globe Injury at a Tertiary Care University Hospital / E.A. Osman, A. Mousa, S.M. Al-Mansouri // *Journal of Glaucoma*. - 2016. - Vol.25, №3. - P.170-174.
145. Ozdek, S. Chorioretinectomy for perforating eye injuries / S. Ozdek, M. Hasanreisoglu, E. Yuksel // *Eye (Lond)*. - 2013. - Vol.27, №6. - P.722-727.
146. Ozturk, T. Etiology and Visual Prognosis in Open Globe Injuries: Results of A Tertiary Referral Center in Turkey / T. Ozturk, G. Cetin Dora, Z. Ayhan // *Sci Rep*. - 2019. - Vol.9, №1. - 17977.
147. Pastor, J.C. Proliferative vitreoretinopathy: A new concept of disease pathogenesis and practical consequences / J.C. Pastor, J. Rojas, S. Pastor-Idoate // *Progress in retinal and eye research*. - 2016. - Vol.51. - P.125–155.
148. Peleja, M. B. Epidemiology and prognosis factors in open globe injuries in the Federal District of Brazil / M.B. Peleja, F.B.S. da Cunha, M.B. Peleja // *BMC ophthalmology*. - 2022. - Vol.22, №1. - P.111-123.
149. Pelletier, J. High risk and low prevalence diseases: Open globe injury / J. Pelletier, A. Koyfman, B. Long // *Am J Emerg Med*. - 2023. - Vol.64. - P.113-120.
150. Pieramici, D.J. A system for classifying mechanical injuries of the eye (globe). The Ocular Trauma Classification Group / D.J. Pieramici, P.J. Sternberg, T.S. Aaberg // *Am J Ophthalmol*. - 1997. - Jun. - Vol.123, №6. - P.820-831.

151. Pieramici, D.J. Open-globe injury. Update on types of injuries and visual results / D.J. Pieramici, M.W. MacCumber, M.U. Humayun // *Ophthalmology*. - 1996. - Vol.103, №11. - P.1798–1803.
152. Porapaktham, T. Open Globe Injury in a Tertiary Hospital of Northern Thailand: No Vision Survival and Ocular Trauma Score / T. Porapaktham, J. Choovuthayakorn, O. Nanegrungsunk // *Clin Ophthalmol*. - 2023. - Vol.17. - P.365-373.
153. Rahman, I. Open globe injuries: factors predictive of poor outcome / I. Rahman I, A. Maino, D. Devadason, B. Leatherbarrow // *Eye*. - 2016. - Vol.20. - P.1336 – 1341.
154. Rao, L.G. Descriptive study on ocular survival, visual outcome and prognostic factors in open globe injuries / L.G. Rao, A. Ninan, K.A. Rao // *Indian J Ophthalmol*. - 2010. - Vol.58, №4. - P.321-323.
155. Reed, D.C. Outcomes of retinal detachment repair after posterior open globe injury / D.C. Reed, A.T. Juhn, N. Rayess // *Retina (Philadelphia, Pa.)*. - 2016. - Vol.36, №4. - P.758-763.
156. Rofail, M. Prognostic indicators for open globe injury / M. Rofail, G.A. Lee, P. O'Rourke // *Clin Exp Ophthalmol*. - 2006. - Vol.34, №8. - P.783–786.
157. Rouberol, F. Comparative study of 50 early- or late-onset retinal detachments after open or closed globe injury / F. Rouberol, P. Denis, J.P. Romanet // *Retina*. - 2011. - Vol.31. - P.1143–1149.
158. Ruzafa, N. Plasma Rich in Growth Factors (PRGF) Increases the Number of Retinal Müller Glia in Culture but Not the Survival of Retinal Neurons / N. Ruzafa, X. Pereiro, A. Fonollosa // *Front Pharmacol*. - 2021. - Vol.12. - 606275.
159. Ryan, S.J. Pars plana vitrectomy in ocular trauma / S.J. Ryan, A.W. Allen // *Am J Ophthalmol*. - 1979. - Vol.88. - P.483–491.
160. Sandinha, M.T. Outcomes of delayed vitrectomy in open globe injuries in young patients / M.T. Sandinha, W. Newman, D. Wong // *Retina*. - 2011. - Vol.31. - P.1541-1544.

161. Schaub, F. Intravitreal 5-Fluorouracil and Heparin to Prevent Proliferative Vitreoretinopathy: Results from a Randomized Clinical Trial / F. Schaub, P. Schiller, R. Hoerster // *Ophthalmology*. - 2022. - Vol.129, №10. - P.1129–1141.
162. Schmidt, G.W. Vision survival after open globe injury predicted by classification and regression tree analysis / G.W. Schmidt, A.T. Broman, H.B. Hindman // *Ophthalmology*. - 2008. - Vol.115, №1. - P.202-209.
163. Sherman, D.D. Orbital anatomy and its clinical applications / D.D. Sherman, B.N. Lemke // *Duane's Clinical Ophthalmology*. - 1997. - Vol. 2. - P.13–20.
164. Smith, D. The epidemiology and diagnosis of penetrating eye injuries / D. Smith, K. Wrenn, L.B. Stack // *Acad Emerg Med*. - 2012. - Vol.9, №3. - P.209-213.
165. Sobaci, G. Deadly weapon-related open globe injuries: outcome assessment by the ocular trauma classification system / G. Sobaci, F.M. Mutlu, A. Bayer // *Am J Ophthalmol*. - 2000. - Vol.129. - P.47–53.
166. Stepp, M.A. Immune responses to injury and their links to eye disease / M.A. Stepp, A.S. Menko // *Translational research : the journal of laboratory and clinical medicine*. - 2021. - Vol.236. - P.52–71.
167. Stödtler, M. Immunohistochemistry of anterior proliferative vitreoretinopathy / M. Stödtler, M. Holger, P. Wiedemann // *International Ophthalmology*. - 1995. - vol. 18. - P.323–328.
168. Stone, T.W. Primary scleral buckling in open-globe injury involving the posterior segment / T.W. Stone, N. Siddiqui, J.G. Arroyo // *Ophthalmology*. - 2000. - Vol.107. - P.1923-1926.
169. Stryjewski, T.P. Retinal detachment after open globe injury / T.P. Stryjewski, C.M. Andreoli, D. Elliott // *Ophthalmology*. - 2014. - Vol.121, №1. - P.327–333.
170. Swain, T. The Prevalence of Eye Injury in the United States, Estimates from a MetaAnalysis / T. Swain, J.G. McGwin // *Ophthalmic Epidemiology*. - 2020. - Vol. 27. - P.186-193.
171. Teixeira, S.M. Open-globe injuries at an emergency department in Porto, Portugal: clinical features and prognostic factors / S.M. Teixeira, R.R. Bastos, M.S. Falcão // *Eur J Ophthalmol*. - 2014. - Vol.24, №6. - P.932–939.

172. Thakker, M.M. Vision-limiting complications in open-globe injuries / M.M. Thakker, S. Ray // *Canadian Journal of Ophthalmology*. - 2006. - Vol.41, №1. - P.86–92.
173. Thevi, T. Visual outcome in open globe injuries / T. Thevi, Z. Mimiwati, S.C. Reddy // *Nepal J Ophthalmol*. - 2012. - Vol.4, №2. - P.263–270.
174. Toit, N. Visual outcomes in patients with open globe injuries compared to predicted outcomes using the Ocular Trauma Scoring system / N. du Toit, H. Mustak, C. Cook // *Int J Ophthalmol*. - 2015. - Vol.8, №6. - P.1229–1233.
175. Turalba, A.V. Predictors and Outcomes of Ocular Hypertension After Open-globe Injury / A.V. Turalba, A.S. Shah, M.T. Andreoli // *Journal of Glaucoma*. - 2014. - Vol.23, №1. - P.5-10.
176. Ustaoglu, M. Demographic characteristics and visual outcomes of open globe injuries in a tertiary hospital in Istanbul, Turkey / M. Ustaoglu, M. Karapapak, S. Tiryaki // *Eur J Trauma Emerg Surg*. - 2020. - Vol.46, №3. - P.549-556.
177. Wallace, H.B. New Zealand adult ocular trauma study: A 10-year national review of 332 418 cases of ocular injury in adults aged 18 to 99 years / H.B. Wallace, R.A. Ferguson, J.L. Sung // *Clin Exp Ophthalmol*. - 2020. - Vol.48-2. - P.158-168.
178. Wang, S. Biomechanics of open-globe injury: a review / S. Wang, F. Li, S. Jin, Y. Zhang // *Biomed Eng Online*. - 2023. - Vol.22, №1. P.53.
179. Wang, W. Epidemiology and clinical characteristics of patients hospitalized for ocular trauma in south-Central China / W. Wang, Y. Zhou, J. Zeng // *Acta Ophthalmol*. - 2017. - Vol.95, №6. - P.503-510.
180. Warrasak, S. Posterior segment trauma: types of injuries, result of vitreo-retinal surgery and prophylactic broad encircling scleral buckle / S. Warrasak, A. Euswas, S. Hongsakorn // *J Med Assoc Thai*. - 2015. - Vol.88. - P.1916–1930.
181. Weibrich, G. Growth factor levels in platelet-rich plasma and correlations with donor age, sex, and platelet count / G. Weibrich, W.K. Kleis, G. Hafner // *J Craniomaxillofac Surg*. - 2002. - Vol.30, №2. - P.97-102.

182. Weichel, E.D. Chorioretinectomy for perforating or severe intraocular foreign body injuries / E.D. Weichel, K.S. Bower, M.H. Colyer // *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* - 2010. - Vol.248, №3. - P.319-330.
183. Weichel, E.D. Combat ocular trauma and systemic injury / E.D. Weichel, M.H. Colyer // *Current opinion in ophthalmology.* - 2018. - Vol.19, №6. - P.519-525.
184. Wold, A.M. Posterior segment injuries in operation iraqi freedom and operation enduring freedom: 2001 to 2011 / A.M. Wold, G.A. Justin, S.D. Hobbs // *Retina (Philadelphia, Pa.).* - 2021. - Vol.41, №12. - P.2564–2570.
185. Wu, F. Molecular Targets for Proliferative Vitreoretinopathy / F. Wu, D. Elliott // *Seminars in ophthalmology.* - 2019. - Vol.36, №4. - P.218-223.
186. Yalcin, T. Prognostic Factors Influencing Final Visual Acuity in Open Globe Injuries / T. Yalcin, L. Tok, E. Eraslan // *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care.* - 2011. - Vol.71, №6. - P.1794–1800.
187. Yan, H. Guideline for the treatment of no light perception eyes induced by mechanical ocular trauma / H. Yan, K. Yang, Z. Ma // *J Evid Based Med.* - 2022. - Vol.15, №3. - P.302-314.
188. Yu, H. Optimal timing of vitrectomy for severe mechanical ocular trauma: A retrospective observational study / H. Yu, J. Li, Y. Yu // *Sci Rep.* - 2019. - Vol.9, №1. - 18016.
189. Zhang, L. Clinical observation of the vitreous surgery for open-globe injuries in different timing after the trauma / L. Zhang, Y. Liu, S. Chen // *Zhonghua Yan Ke Za Zhi.* - 2014. - Vol.50, №2. - P.121-125.
190. Zhang, Y. Endophthalmitis following open globe injury / Y. Zhang, M.N. Zhang, C.H. Jiang // *Br J Ophthalmol.* - 2010. - Vol.94, №1. - P.111-114.