

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

На правах рукописи

Субботина Серафима Николаевна

**РАННЯЯ СУБТОТАЛЬНАЯ ВИТРЕКТОМИЯ В ЛЕЧЕНИИ ТЯЖЕЛОЙ
ЗАКРЫТОЙ ТРАВМЫ ГЛАЗА С ГЕМОФТАЛЬМОМ**

3.1.5. Офтальмология

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель
доктор медицинских наук, доцент
А.Б. Степанянц

Москва - 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА I ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	10
1.1. Эпидемиологический обзор глазного травматизма.....	10
1.2. Классификации травмы глаза.....	12
1.3. Механизм повреждения глаза при контузионной травме, моделирование травмы.....	18
1.4. Клиническая характеристика закрытой травмы глаза.....	20
1.5. Патогенез развития ПВР при травме глаза.....	23
1.6. Консервативное лечение гемофтальма. Медикаментозные методы лечения и профилактики ПВР.....	27
1.7. Сроки проведения витрэктомии, современный взгляд на вмешательство и целесообразность его проведения	30
ГЛАВА II МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	34
2.1. Общая клиническая характеристика пациентов.....	34
2.2. Методы клинического обследования.....	40
2.3. Оборудование, материалы и инструменты, используемые при хирургическом вмешательстве.....	41
2.4. Анестезиологическое пособие.....	43
2.5. Методы статистической и математической обработки результатов исследования.....	44
ГЛАВА III ОПТИМИЗАЦИЯ СРОКОВ ВИТРЭКТОМИИ У ПАЦИЕНТОВ С ТЯЖЕЛОЙ ЗАКРЫТОЙ ТРАВМОЙ ГЛАЗА С ГЕМОФТАЛЬМОМ.....	46
3.1. Описание методики и сопутствующие хирургические вмешательства, примененные у пациентов основной группы.....	47
3.2. Описание хирургического лечения пациентов контрольных групп.....	50

ГЛАВА IV РЕЗУЛЬТАТЫ ДООПЕРАЦИОННОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ И ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ТЯЖЕЛОЙ ЗАКРЫТОЙ ТРАВМОЙ ГЛАЗА И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	52
4.1. Результаты дооперационного обследования пациентов и уточнение стадий ПВР во время операции.....	52
4.2. Сравнительная характеристика частоты проведения различных видов оперативного вмешательства у пациентов разных групп.....	62
4.3. Результаты сравнительной оценки клинико - функциональных показателей ранней и отсроченной технологии проведения витрэктомии у пациентов всех групп в различные сроки после операции.....	63
4.4. Осложнения хирургического лечения.....	70
4.4.1. Анализ частоты интра- и послеоперационных осложнений в раннем периоде в исследуемых группах.....	70
4.4.2. Сравнительный анализ поздних послеоперационных осложнений в исследуемых группах	72
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	79
ВЫВОДЫ.....	88
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	90
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	91
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	92

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность и степень разработанности темы

Травматические повреждения глаза занимают одну из ведущих позиций среди основных причин слабовидения и полной потери зрения в структуре общей инвалидности (22,8%), характеризуются разнообразием клинических проявлений, исходов и представляют особый интерес для специалистов. По данным литературы, ежегодно регистрируется около 55 миллионов травм глаз, из них 1,6 миллиона случаев приводят к полной потере зрения [46,100,102]. Стоит отметить, что в более чем в половине случаев, причиной инвалидности по зрению является закрытая травма глаза (ЗТГ) [11,17,43,142].

Во многих исследованиях выявлено, что большинство пациентов, подверженных травматическому поражению глаза, мужчины трудоспособного возраста [90,91,141,142]. При этом на анатомические и функциональные результаты хирургического лечения ЗТГ влияет ряд факторов, основными из которых считаются степень повреждения внутриглазных структур, время обращения пациента за офтальмологической помощью после травмы, сроки и объем её проведения [5,17,30].

Важно отметить, что возникновение ЗТГ (с учетом повреждения всех отделов глазного яблока) характеризуется широким спектром проявлений, несвоевременное выявление и лечение которых влечет за собой необратимые посттравматические осложнения [17,55,151,204].

Проведенный анализ литературных данных указывает, что основные причины, приводящие к неудовлетворительному исходу лечения, связаны с наличием повреждений внутриглазных структур в заднем отрезке глаза, которые провоцируют развитие пролиферативной витреоретинопатии (ПВР), возникновение которой сокращает шансы на благоприятный исход [42,69,92,97,138].

Являясь одной из стадий рубцевания, направленной на заживление повреждения, развитие ПВР считается существенной проблемой в лечении пациентов после тяжелой травмы глаза, частота её составляет от 10% до 40% в зависимости от типа травмы [138,156]. Одним из основных факторов стимула пролиферации является выход пигментного эпителия в витреальную полость и его взаимодействие с тканью стекловидного тела [115,157]. Кроме того, немаловажную роль в прогрессировании посттравматических осложнений отводится возникновению гемофтальма. В частности, установлено, что при тяжелой ЗТГ гемофтальм встречается в 55-63% и представляет собой основу для пролиферативных процессов и отслойки сетчатки (ОС) [8,43,140]. Возникновение при травме форменных элементов и плазмы крови в полости стекловидного тела стимулирует пролиферацию пигментного эпителия и глиальных клеток. Известно, что травматическая ОС чаще всего встречается после ЗТГ (около 70-91% случаев) и является основой для развития ПВР [46,113,158,175].

Необходимо особо отметить, что в настоящее время вопрос относительно целесообразности и сроков витреального вмешательства при тяжелой ЗТГ остается дискуссионным. При этом предлагаемые оптимальные сроки для выполнения витрэктомии после травмы глаза значительно варьируют в пределах до 3-х дней [107,111], в течение 4-х дней [79,123,124], 4-10 дней [140], 7-14 дней [49,68,198] и до 15-30 дней [87,120]. Важно подчеркнуть практически отсутствие (по данным литературы) сравнительных исследований клинической эффективности проведения витреоретинального вмешательства в различных сроки у пациентов с тяжелой ЗТГ. Наряду с этим, следует отметить, что некоторые авторы предлагают отсроченный подход к проведению витрэктомии при ЗТГ, обосновывая данное положение более высокой вероятностью развития интраоперационных осложнений по сравнению с послеоперационными [87,120]. Таким образом, на современном этапе развития офтальмотравматологии определение оптимальных сроков проведения витрэктомии пациентам с ЗТГ представляется актуальной проблемой и требует дальнейшего изучения.

Цель работы

Сравнительная оценка клинической эффективности проведения субтотальной витрэктомии у пациентов в различные сроки после тяжелой закрытой травмы глаза с гемофтальмом.

Основные задачи работы:

1. Исследовать частоту возникновения ПВР у пациентов в различные сроки (до 7-и суток; 7-14 суток; более 14-и суток) после тяжелой закрытой травмы глаза с гемофтальмом.
2. Провести сравнительный анализ интра- и послеоперационных осложнений у пациентов с различными сроками проведения витрэктомии после тяжелой ЗТГ с гемофтальмом.
3. Исследовать величину максимально корригируемой остроты зрения через 6 месяцев после оперативного вмешательства с позиции проведения ранней и отсроченной витрэктомии пациентам с тяжелой ЗТГ с гемофтальмом.
4. Провести сравнительную оценку проведения ранней и отсроченной витрэктомии с позиций травматичности и частоты использования силиконовой тампонады витреальной полости у пациентов с тяжелой ЗТГ.
5. Исследовать корреляционную взаимосвязь между сроками проведения субтотальной витрэктомии после тяжелой ЗТГ с гемофтальмом и клинико-функциональными параметрами.

Основные положения, выносимые на защиту диссертационной работы:

1. Проведение субтотальной витрэктомии пациентам с тяжелой закрытой травмой глаза с гемофтальмом целесообразно выполнять в ранний (до 7-и суток после травмы) период, что подтверждается (по сравнению с 7-14 сутками и более 14-и суток) существенно более высоким уровнем безопасности проведения хирургического вмешательства вследствие статистически значимого снижения

вероятности возникновения послеоперационных осложнений и использования силиконового масла в качестве тампонады витреальной полости.

2. Проведение ранней (до 7-и суток после травмы) витрэктомии при тяжелой закрытой травме глаза с гемофтальмом обеспечивает более высокую клиническую эффективность хирургического лечения пациентов, что подтверждается достижением (через 6 месяцев) более высокой (по сравнению с проведением витрэктомии через 7-14 и более 14-и суток) максимально корригируемой остроты зрения вдаль и объясняется более низкой вероятностью возникновения пролиферативной витреоретинопатии.

Научная новизна работы

Впервые в офтальмологической практике предложена тактика раннего проведения витрэктомии у пациентов с тяжелой ЗТГ с гемофтальмом.

Определена существенно более высокая безопасность и клиническая эффективность ранней витрэктомии (по сравнению с отсроченной), что подтверждается снижением вероятности возникновения поздних послеоперационных осложнений (на 28,5-46,0%, $p < 0,05$), статистически более высокой МКОЗ через 6 месяцев у пациентов основной группы (витрэктомия до 7-и суток после травмы), чем у пациентов контрольных групп 1 и 2 (витрэктомия более 7-и и 14-и суток после травмы): основная группа - $0,33 \pm 0,27$, группа контроля - 1 - $0,21 \pm 0,17$, группа контроля - 2 - $0,16 \pm 0,14$, $p < 0,05$ соответственно.

Установлена (у пациентов с тяжелой ЗТГ с гемофтальмом) корреляционная взаимосвязь ($p < 0,05$) между сроком проведения субтотальной витрэктомии после травмы с частотой гифемы ($r_s = -0,417$), возникновением ПВР ($r_s = 0,687$) и отслойки сетчатки ($r_s = 0,512$), частотой использования тампонады витреальной полости силиконовым маслом ($r_s = 0,504$), а также с МКОЗ через 6 месяцев после витрэктомии ($r_s = -0,508$).

Определено, что вероятность присутствия признаков ПВР после тяжелой контузионной травмы при раннем вмешательстве на 46,7%-77,6% ниже по сравнению с отсроченной витрэктомией.

Теоретическая значимость работы заключается в обосновании основных механизмов положительного воздействия проведения ранней субтотальной витрэктомии у пациентов с тяжелой ЗТГ с гемофтальмом.

Практическая значимость работы заключается в разработке практических рекомендаций по тактике раннего проведения витрэктомии у пациентов с тяжелой ЗТГ с гемофтальмом.

Методология и методы исследования

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

Степень достоверности результатов

Степень достоверности результатов исследования основывается на адекватных и апробированных методах сбора клинического материала (107 глаз), а также применения современных методов статистической обработки.

Внедрение результатов работы

Результаты диссертационной работы включены в материалы сертификационного цикла и цикла профессиональной переподготовки кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, в практическую деятельность офтальмологического отделения ГАУЗ СО ЦГКБ №23, г. Екатеринбург.

Апробация и публикация материалов исследования

Материалы диссертации были представлены на XXVI Научно-практической конференции МНТК «Микрохирургия глаза» (Екатеринбург, 2018), XXVIII

Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные технологии лечения витреоретинальной патологии» (Ростов-на-Дону, 2020), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Фёдоровские чтения» (Москва, 2021), 20-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные технологии лечения витреоретинальной патологии» (Казань, 2023), межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные вопросы офтальмологии» (Челябинск, 2023), «Федоровских чтениях» (Москва, 2023).

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

Материалы диссертации представлены в 7-и научных работах, в том числе в 3-х статьях, опубликованных в определенных ВАК РФ ведущих рецензируемых научных журналах.

Структура диссертации

Диссертация изложена на 113 страницах компьютерного текста, состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследования, результатов исследования и их обсуждения, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Работа иллюстрирована 19 таблицами и 19 рисунками. Список литературы содержит 204 источника, из которых 70 – отечественных авторов и 134 – иностранных.

ГЛАВА I ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Эпидемиологический обзор глазного травматизма

Травма глаза является важным предметом интереса для офтальмологического сообщества, по статистике за последние десятилетия в нашей стране число пациентов с травмой глаза составляет 114,5 на 100000 человек [11,63]. Эпидемиология травм глаз различается в разных частях мира и разных возрастных группах и зависит от многих факторов [82,183]. Во всем мире, по данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ), ежегодно регистрируется около 55 миллионов травм глаз, из них 1,6 миллиона случаев влекут полную потерю зрения [46,81,92,101,103,105].

В Российской Федерации (РФ) глазной травматизм составляет от 3 до 8 % от общего числа травм в период мирного времени [69]. Приблизительно 32 % коечного фонда офтальмологических стационаров занято пациентами с глазными травмами [32]. Согласно другому анализу, три четверти миллиона пациентов во всем мире подвергаются госпитализации с травмами глаз [82,91].

Травма глаза составляет примерно 7% от всех травм и от 10 до 15% всех офтальмологических патологий. Во всем мире 1,6 миллиона человек слепы из-за травмы глаза, 2,3 миллиона - слепы двусторонне и 1,9 миллиона - монокулярно [13,46,73,82,176].

Тупые травмы глаза являются распространенным видом травмы, число их сопоставимо с количеством ранений глазного яблока [10,35,61,76]. Наиболее часто среди всех травм глаза необходимость в госпитализации возникает при проникающих ранениях (30—50%) и контузиях (34—51%), затем по частоте идут ожоги (8—13%) и травмы придаточного аппарата (10—20%) [5,14,51,196].

Данные статистики говорят о том, что в настоящее время лидирующие позиции в структуре глазного травматизма занимают бытовые причины (63,6%), криминальные (13,6%), в то время как производственный и сельскохозяйственный

травматизм встречается крайне редко [15,29,64,77]. Связано это, в первую очередь, с уменьшением производства в некоторых регионах, а также с совершенствованием работы специалистов по охране труда и соблюдением мер безопасности сотрудников [5,40,51,122]. Около 42-51% стационарных больных с повреждением органа зрения составляют пациенты с контузиями бытового, спортивного и производственного характера [70,82,145,174,175]. На долю бытовой ЗТГ приходится 72,1 % [86], а криминальной — от 50 до 64,7 % [69]. Контузии тяжелой степени встречаются от 61,4% до 67,3% случаев по данным разных авторов [59,93].

Анализ глазного травматизма в РФ за 15 лет свидетельствует о том, что возраст больных с травмой глаза, которые были госпитализированы в офтальмотравматологическое отделение составлял 35-47 лет [5,22,51,65]. Наибольшее число обращений с ЗТГ встречается среди лиц от 20 до 50 лет, что составляет 63,8 % [69].

Распределение по полу и возрасту в структуре травмы глаза в течение нескольких десятилетий остаются практически неизменными [16,17,53,54]. По данным российских офтальмологов, в большинстве случаев - в 63-84% глазной травме подвержены мужчины [5,14,22,40,51].

Данные о высокой распространенности травмы глаза среди молодых трудоспособных мужчин в РФ согласуются с данными зарубежных авторов, что свидетельствует о повсеместной медико-социальной проблеме [42,74,75,91,130,161,194,197,199].

В последние десятилетия среди заболеваний органа зрения, приводящих к инвалидности, травмы прочно занимают первое место, составляя 22,8% первичных инвалидов по зрению, 30% из которых лица трудоспособного возраста [4,10,16,18,28,63]. В 17,9-53% случаев причиной инвалидности по зрению является ЗТГ [16,17,43,44,63].

Значимость проведения соответствующего лечения пациентам с травмой глаза особо подчеркнута тем, что существенную долю - 16,3% среди причин первичной инвалидности по зрению, по данным статистического анализа РФ, занимают последствия травмы глаза [44]. Значительное снижение зрения, либо полная его утрата после травмы может привести к непоправимым социальным последствиям для индивидуума ввиду нетрудоспособности и ухудшения качества жизни [51].

Ежегодно отмечается увеличение частоты тяжелых контузий глаз, что связано с возрастанием удельного веса криминального и бытового травматизма, с нестабильной геополитической обстановкой в мире, катастрофами и военными действиями [16].

В сегодняшнем обществе, построенном на способности видеть, нарушение зрения имеет далеко идущие последствия для людей, напрямую затрагивающие их качество жизни. Играя одну из ключевых ролей на каждом этапе жизни, зрение может быть внезапно утрачено вследствие травматического повреждения глаза, что, несомненно, влияет на индивида и влечет за собой ряд негативных последствий. Высокая частота встречаемости среди лиц трудоспособного возраста придает особую социальную значимость проблеме глазного травматизма и возлагает высокую ответственность на врача за исход лечения пациента.

1.2. Классификации травмы глаза

Классификация травмы глаза неоднократно совершенствовалась в последние десятилетия, связано это с широким спектром клинических проявлений, которые характерны для травматического повреждения глазного яблока. Однако до сих пор нет единой общепринятой во всем мире классификации травм глаза, что вызывает сложности при формулировке диагноза и соответственно выборе тактики врачебной помощи.

Классификация Б.Л. Поляка, выпущенная в 1953 году, нашла широкое применение среди отечественных врачей-офтальмологов и до сих пор

применяется в некоторых офтальмотравматологических стационарах нашей страны. В основе данной классификации лежит механизм повреждения глазного яблока, в зависимости от которого травма подразделяется на ранение - в случае воздействия острого предмета, либо на контузию различной степени тяжести - при ударе тупым объектом. Между тем, ранение может быть прободным: проникающее, сквозное и разрушение глаза, либо непрободным [36].

В случаях, когда травмирующим предметом является тупой объект - при контузионной травме глаза, в практической работе в кабинетах неотложной офтальмологической помощи и офтальмотравматологических стационарах чаще используется классификация Г.А. Петропавловской, предложенная в 1975 г. [52], где в зависимости от тяжести выделены следующие степени:

1 - контузии, не влияющие на зрение при выздоровлении, характеризующиеся обратимыми изменениями: отёк и эрозия роговицы, берлиновское помутнение сетчатки, кольцо Фоссиуса, спазм аккомодации и другие.

2 - контузии, вызывающие снижение зрения: глубокие эрозии роговицы, контузионные катаракты, разрывы сфинктера зрачка, ретролентальные кровоизлияния и другие.

3 - контузии, для которых свойственны крайне тяжёлые изменения, влекущие за собой возможность резких гидродинамических сдвигов, субконъюнктивальные разрывы склеры.

Вышеупомянутая классификация была модифицирована В.В. Кашниковым в 2007 году. Помимо выделения в отдельную 4 группу субконъюнктивальных разрывов склеры и роговицы, дополнительное внимание уделялось внутриглазному давлению для каждой из степеней. Таким образом, его классификация по степени тяжести имела следующий вид:

1 - лёгкая степень тяжести: субконъюнктивальные кровоизлияния, неглубокие эрозии роговицы, невыраженный отек роговицы, небольшие гифемы, кольцо

Фоссиуса, спазм аккомодации, берлиновское помутнение сетчатки и т.п. ВГД - норма. Изменения обратимые, при выздоровлении снижения зрения нет.

2 - средняя степень тяжести: глубокие эрозии роговицы, подвывихи и вывихи хрусталика, контузионная катаракта, множественные надрывы сфинктера зрачка, паралитический мидриаз, внутриглазные кровоизлияния. Незначительные необратимые изменения, стойкое снижение зрения. ВГД - гипотония или гипертензия, медикаментозно компенсируемые.

3 - тяжелая степень: разрывы и отслойка внутренних оболочек (разрывы сетчатой и сосудистой оболочек, рецессия угла, циклодиализ, циклохориоидальная отслойка, отслойка сетчатки), ведущие к функциональной и анатомической гибели глаза. ВГД - стойкая гипотония или гипертензия, не поддающаяся консервативному лечению, требующая хирургического вмешательства.

4 - особо тяжёлая: повреждение целостности наружных оболочек глаза - субконъюнктивальный разрыв склеры, разрыв роговицы с выпадением внутренних оболочек. ВГД - стойкая гипотония.

Подход отечественных ученых отличался от общемировой практики, где в 1996 году был избран несколько другой подход к классификации и была принята Бирмингемская система терминологии по травме глаза - Birmingham Eye Trauma terminology, где тип травмы, в первую очередь, определялся по целостности роговично-склеральной капсулы глазного яблока [139]. Таким образом, при повреждении данной стенки на всю толщину травму нужно отнести к открытой, при сохранении ее целостности травма глаза считается закрытой.

В международной классификации выделяется пять типов ОТГ, в зависимости от механизма травмы и диапазона клинических проявлений каждому типу соответствует определенная латинская буква, что схематично отображено на рисунке 1.

Такая классификация травм глаза нашла рациональное применение в условиях боевой обстановки, где показала свое преимущество на начальных этапах сортировки с дальнейшей специализированной помощью [12].



Рисунок 1 - Схематичное изображение международной классификации ОТГ

По тяжести нарушения зрительных функций выделены следующие степени: 1 - $\text{visus} \geq 0,5$; 2 - $\text{visus} 0,4 - 0,2$; 3 - $\text{visus} 0,1 - 0,03$; 4 - $\text{visus} < 0,02 - 1/\infty \text{ pr.l.certae}$; 5 - $\text{visus} = 0 - 1/\infty \text{ pr.l.incertae}$.

В зависимости от зоны повреждения определены типы: I – повреждение на роговице, II – поврежден лимб, склера в проекции цилиарного тела, III – остальная часть склеры.

По глубине: а – в пределах стенки глаза, b – до передней камеры, с – до задней камеры, радужки, хрусталика, d – до стекловидной полости и внутренних оболочек глаза.

Также в международной классификации уделено внимание афферентной реакции зрачка как одному из прогностических критериев функционального исхода травмы. Снижение остроты зрения более чем на 50 % и положительный АЗД, по мнению исследователей, является признаком тяжелой травмы [34].

В РФ клинические рекомендации «Травма глаза закрытая» 2021-го года [68] предлагают использовать в клинической практике Бирмингемскую классификацию травм органа зрения, утвержденную Международным обществом травм глаза, применение которой нашло свое место во многих развитых странах мира [139].

Согласно этой классификации выделяется 4 типа ЗТГ, обозначаемые заглавными латинскими буквами, где каждому типу соответствуют определенные проявления, что показано на рисунке 2.



Рисунок 2 - Схематичное изображение международной классификации ЗТГ

В зависимости от функциональных нарушений выделены аналогичные степени, как и при ОТГ: 1 - visus $\geq 0,5$, 2 - visus $0,4 - 0,2$, 3 - visus $0,1 - 0,03$, 4 - visus $< 0,02 - 1/\infty$ pr.l.certaе, 5 - visus = 0 – $1/\infty$ pr.l.incertainae.

По зоне повреждения на поверхности глаза: I - наружная (ограничена бульбарной конъюнктивой, роговицей и склерой), II - передний сегмент (с вовлечением структур переднего сегмента глубже роговицы), III - Задний сегмент (с вовлечением структур заднего сегмента позади задней капсулы хрусталика).

По наличию или отсутствию афферентного зрачкового дефекта (АЗД): «а» - положительный, «б» - отрицательный [139,161].

Широкое применение в отечественной офтальмологии приходится на классификацию травм глаза по степени тяжести (Волков В. В. с соавт., 2005 г.) [18]. Авторы приводят подробное описание клинических проявлений в соответствии с каждой из степеней тяжести, что отображено в таблице 1.

Таблица 1 - Классификация травм органа зрения по степени тяжести (Волков В. В. с соавт., 2005 г.)

Степень тяжести	Клиническое проявление
Легкая	Гематомы, несквозные, рвано-ушибленные ранения век Субконъюнктивальные кровоизлияния Поверхностные инородные тела конъюнктивы, роговицы Кольцо Фоссиуса
Средняя	Разрыв, отрыв века Непрободное ранение глаза Отек, несквозной разрыв роговицы Обширная гифема Надрыв сфинктер зрачка Ограниченное берлиновское помутнение на периферии
Тяжелая	Ранение век с большим дефектом Прободное ранение глаза Ранение глазницы с повреждением костей Снижение зрения более 50% Пропитывание роговицы кровью Тотальная гифема Субконъюнктивальный разрыв склеры Отрыв радужки Помутнение/подвывих/вывих хрусталика Частичный/тотальный гемофтальм Кровоизлияние/разрыв/отслойка сосудистой оболочки или сетчатки Переломы костей глазницы
Особо тяжелая	Отсутствие зрения («ноль») Размозжение глазного яблока Отрыв/разрыв/сдавление в костном канале зрительного нерва

Стоит отметить, что, по мнению ученых, при тяжелой степени тяжести травмы прогноз для зрения сомнительный и к труду возвращается небольшая часть пострадавших.

1.3. Механизм повреждения глаза при контузионной травме, моделирование травмы

У травмы глаза, также как и у любого заболевания есть свои особенности патогенеза. Травматические повреждения тканей глаза при ударе тупым предметом зависят от силы удара и его направления, а также от анатомических характеристик глазного яблока [31,59].

Изучение биомеханики контузий глаза было проведено многочисленными учеными по всему миру. В основном выделяют следующие механические стадии повреждения при контузии: прямое воздействие травмирующего агента, стадия компрессии от ударной волны, отраженная волна сжатия и волна сжатия отскока [147].

В отечественной литературе подробное описание данному вопросу дано в исследовании профессора Кутукова А.Ю. и Сомова Е.Е., из которого следует, что глазное яблоко в момент встречи с травмирующим агентом поочередно проходит фазу сжатия и фазу декомпрессии [59].

Применяя компьютерную модель биомеханических процессов трёхмерной конфигурации, исследователи показали, что после контакта травмирующего агента с глазом деформационные изменения происходят последовательно сначала в зоне взаимодействия, а затем и в других отделах глаза. При наступлении стадии сжатия за счёт гидродинамических сдвигов значительно возрастает внутриглазное давление, резкий перепад которого способствует ряду ответных реакций. Наконец, при достижении пика компрессионной деформации глаза кинетическая энергия травмирующего агента исчерпывается и начинается фаза декомпрессии [17,24,59].

В стадии наибольшей компрессионной деформации происходит резкое несоизмеримое воздействие механической силы на склеру в зоне лимба и экватора глаза, возникает эффект «складывания» органа. Именно в этот момент возникает наибольшая вероятность разрыва оболочек глазного яблока. Поэтому

некоторые авторы считают данную стадию основной причиной возникновения тяжелых повреждений - разрыва склеры, так и внутренних структур глазного яблока [2,145]. После достижения апогея деформации, при условии отсутствия изменений необратимого характера, начинается следующая стадия – декомпрессионная деформация. Ввиду смены вектора действующей травмирующей силы на противоположный в эту стадию наблюдается повреждение внутриглазных структур, таких как сетчатка, сосудистая оболочка, связочный аппарат хрусталика за счет воздействия «обратной волны» [59,132].

Иностранцами исследователями проводились эксперименты по воздействию различных травмирующих объектов на глаза человека и животных [179].

В качестве альтернативного метода можно использовать моделирование методом конечных элементов, которое способно спрогнозировать степень повреждения внутренних структур глаза в ответ на ударную волну. Ряд исследователей подтверждают в своих работах, что метод конечных элементов является эффективным инструментом для анализа различных повреждений глаз при различных условиях воздействия [181,185].

В 1999г Uchio et al. создали имитационную модель глазного яблока, основанную на конечно-элементном анализе на суперкомпьютере, которая позволяла изучать повреждения глаз под воздействием травмирующего предмета в различных механических условиях [181,185].

Усовершенствовали модель глаза в 2002г в Virginia Tech-Wake Forest University, где в ее состав включили жидкую составляющую и стекловидное тело. В 22 согласованных экспериментах данная модель подтвердила свою ценность и могла быть использована для прогнозирования контузионного разрыва роговицы и склеры. Более поздние имитационные исследования касаются повреждений внутриглазных структур, включая повреждение зрительного нерва, ОС и разрывы оболочек [103,108,164,175,179].

Учеными выяснено, что распространение ударной волны по сетчатке вызывает значительное ее напряжение и провоцирует возникновение разрывов. Например, при скорости удара 50 м/с пиковая деформация 0,138 в области зубчатой линии превышает указанный порог разрыва сетчатки [145].

При декомпрессии глаза внутри возникает отрицательное давление, способствующее ОС. Распространение ударной волны в полости стекловидного тела приводит к разрыву сетчатки, в то время как отрицательное давление и относительное инерционное движение могут оторвать сетчатку от подлежащей ткани, чаще в местах наибольшей адгезии стекловидного тела [59].

1.4. Клиническая характеристика закрытой травмы глаза

Многообразие клинических проявлений ЗТГ является основополагающим элементом дальнейшего течения посттравматического процесса, влияющего на конечный результат лечения. Именно совокупность повреждений, затрагивающая различные отделы глаза, способствует тяжести течения посттравматического периода, что значительно снижает функциональные результаты лечения [186]. Причиной неудовлетворительных функциональных исходов, а иногда и потери глазного яблока как органа является развитие посттравматических увеитов [23], внутриглазных кровоизлияний [8] и ПВР [71].

Спектр повреждений глазных структур при тупой травме может варьировать в широких пределах: от субконъюнктивального кровоизлияния до разрушения глаза. Размер, сила и точка приложения травмирующего объекта напрямую влияют на степень тяжести контузии [16,59]. Наиболее часто встречающимися клиническими проявлениями тупой травмы считаются гифема, дислокация хрусталика, катаракта, ОС, разрыв сосудистой оболочки и субконъюнктивальный разрыв склеры, обычно приводящий к полной потере глаза [94,118,144,169,202]. В одном из исследований показано, что прогноз относительно остроты зрения после

тупой травмы глаза наихудший, если имеется гифема, ОС и кровоизлияние в стекловидное тело [200].

Самыми распространенными повреждениями переднего отрезка глаза, по данным ряда исследователей, являются гифема в 22,9-76,3%, вывих хрусталика в 6-10%, подвывих хрусталика в 7,9-13,3% случаев, травматическая катаракта в 1,8-7,8%, повреждения радужной оболочки в 9,6%-35,9% [34,42,48,59,80,128,135,172].

Повреждения заднего отрезка глаза при тяжелой контузии являются основной причиной неудовлетворительных исходов. Наиболее часто встречающимися повреждениями заднего сегмента после тупой травмы считаются ОС - в 44-91%, разрыв сосудистой оболочки - 2,7-8%, разрыв сетчатки - 2,0-46,7%, гемофтальм - 19%-63%, берлиновское помутнение сетчатки - 0,4-15% [8,10,16,34,37,42,59,78,128,176,186].

Немаловажное место среди контузионных повреждений занимают кровоизлияния в заднем полюсе. Преретинальные кровоизлияния ярко-красного цвета в виде четкого уровня характерны для макулярной области сетчатки. В остальных отделах сетчатки встречаются интравитреальные кровоизлияния различной величины и формы [34,66]. Локализация субретинальных геморрагий может быть различна - перед пигментным эпителием сетчатки, либо под ним. По данным авторов, при наличии субретинального кровоизлияния происходит гибель фоторецепторов из-за механического воздействия сгустка крови и токсического влияния продуктов её распада в течение 24 часов [154]. Известно, что субретинальные кровоизлияния в макулярной области могут провоцировать ОС [42].

Разрывы сетчатки на фоне контузионной травмы возникают с частотой 6,6% - 28% случаев по данным разных авторов [127,137,145,159]. Причиной образования разрыва может быть значительная деформация глазного яблока в момент удара, тракционное воздействие стекловидного тела, а также субретинальное кровоизлияние [17,34,59,63,86,145]. Типы разрывов сетчатки могут быть разнообразными: точечные сквозные дефекты, в форме подковы, гигантские

разрывы, макулярные отверстия и отрывы от зубчатой линии [158,168,189]. Также при тупом механическом воздействии может происходить разрыв сосудистой оболочки, пигментного эпителия сетчатки и мембраны Бруха в виде серповидных линий - данное повреждение описано ещё в 1854 году Graefe [122].

К одному из типов разрывов сетчатки относится макулярный разрыв, возникающий в момент распространения ударной волны. В местах наиболее плотного контакта задней гиалоидной мембраны (ЗГМ) с макулярной областью происходит тракция стекловидного тела, провоцирующая разрыв. Ввиду недостатка опорных элементов в строении макулы область может быть уязвимой. Подобное повреждение встречается редко, однако может существенно сказываться на функциональном исходе [140]. Несмотря на данные о том, что макулярные разрывы контузионной этиологии имеют склонность к самопроизвольному закрытию, полагается, что витрэктомия может улучшить функциональные результаты [42,63]. Описаны случаи, где макулярный разрыв сетчатки был источником развития ОС [152,167].

Считается, что травма является причиной около 40% всех ОС, тогда как тупая травма составляет около 70-85% травматических ОС [113,158,165,182]. В исследовании некоторых авторов в 57-78% случаев травмы глаза ОС была основным показанием к проведению витрэктомии [113,114].

Некоторые авторы озвучивают данные о высокой частоте встречаемости ОС после травмы закрытого типа, где она составила 91%, что значительно выше по сравнению с травмой открытого типа [176].

В одном из исследований сообщалось, что у 36,4% пациентов был диагностирован разрыв сетчатки или ОС через 6 недель после травмы, задержка диагностики ОС была вызвана либо помутнением сред, либо невозможностью исследования сетчатки после травмы глаза [170].

Турецкие исследователи приводят данные о том, что пациентам после тупой травмы глаза потребовалось хирургическое вмешательство в 72% по поводу ОС [113].

В 43,1% случаев причиной первичной травматической ОС является отрыв сетчатки от зубчатой линии, в 33,1% - образование разрывов на сетчатке, субретинальное кровоизлияние [61]. Вторичная ОС может сформироваться в результате тракционного воздействия стекловидного тела [17].

В 2006 г. Kuhn et al. показали, что скорость развития ОС увеличивается на 16%, когда есть кровоизлияние в стекловидное тело [137].

Некоторые авторы говорят о том, что в 20-60% случаев тяжелая травма глаза сопровождается гемофтальмом [34,38], который занимает существенное место среди остальных клинических проявлений контузионных повреждений органа зрения [58]. Длительность и исход рассасывания гемофтальма зависит от вида предшествующей травмы и количества крови. В 27 % случаев кровоизлияние в стекловидное тело провоцирует функциональные нарушения, в 5-7 % случаев может привести к анатомической гибели глаза [131,133,151,200].

Наиболее часто организация крови в стекловидном теле случается при тотальном и субтотальном гемофтальме. Что стимулирует развитие пролиферативных изменений в полости глаза и служит причиной возникновения ОС, при отсутствии соответствующего лечения которой, происходит субатрофия глазного яблока [38,113].

1.5. Патогенез развития ПВР при травме глаза

ПВР является непростым многофакторным процессом, в основе которого лежит клеточная пролиферация в стекловидном теле с формированием мембран в эпи- и субретинальном пространстве [38]. Со временем эти мембраны приобретают сократительные особенности, приводя к тракционной ОС с резким снижением зрительных функций [110,113,115].

Результаты многочисленных исследований показали, что появление ПВР при контузионной травме непосредственно связано с повреждениями внутриглазных структур заднего сегмента глаза и сопряжено с неблагоприятными исходами лечения [38,71,92,97,138].

Являясь одной из стадий рубцевания, направленной на заживление повреждения, развитие ПВР считается существенной проблемой в лечении пациентов после тяжелой травмы глаза, частота её составляет от 10% до более 40% в зависимости от типа травмы [131,138,156].

До сих пор патогенез развития ПВР до конца не изучен и существует множество теорий относительно данного процесса. Однако исследовательские данные позволяют предполагать, что независимо от причины происхождения патогенез развития ПВР имеет схожий характер и нацелен на устранение альтерации тканей, которая могла возникнуть в результате разных патологических состояний - травма глаза, воспаление, диабет [39,188].

В течение многих лет наиболее известной являлась концепция, в соответствии с которой повреждение витреоретинальных структур является основой для миграции и пролиферации моноцитов, макрофагов, клеток пигментного эпителия сетчатки и нервной глиии в стекловидном теле и на поверхности сетчатки [92,188].

Были выявлены многочисленные факторы риска развития ПВР, почти все из них связаны с интравитреальной дисперсией пигментных эпителиальных клеток сетчатки или с нарушением гематоофтальмического барьера, которые являются предпосылкой развития ПВР [67,68,157,203]. При этом ведущее участие в патогенезе ПВР принадлежит фибробластам, клеткам пигментного эпителия, глиальным клеткам [18,110,155].

Повреждение внутриглазных структур с большим содержанием пигмента: радужки, цилиарного тела и сетчатки является источником клеток пигментного эпителия. В результате тракционного воздействия стекловидного тела на сетчатку

формируются разрывы, характеризующиеся высвобождением клеток пигментного эпителия [18,155].

Воспаление, которое сопутствует повреждению, провоцирует выброс иммунных клеток в витреальную полость, что может стимулировать выработку факторов роста и цитокинов, способствуя созданию условий для пролиферации, миграции и дифференцировки клеток [20,152,155,180].

Известно, что коллаген стекловидного тела является субстратом для развития ПВР, его удаление профилактирует развитие фибропластических процессов в витреальной полости [68,72,188].

Учеными установлено, что интравитреальные кровоизлияния провоцируют развитие фиброза в стекловидном теле и на поверхности сетчатки [18,38,62]. Компоненты свертывающей системы крови такие как тромбин, тромбоцитарный фактор роста и фибронектин являются хемотаксическими для ретинального пигментного эпителия и обладают способностью ингибировать пролиферацию клеток пигментного эпителия, нервной глии [121]. Попадая в стекловидное тело, эти клетки запускают последовательность реакций, ответственных за возникновение ПВР. Происходит трансформация клеток пигментного эпителия в клетки, похожие на фибробласты, которые впоследствии проявляют свою сократительную способность [136]. С момента открытия миофибробластов принято считать, что ПВР опосредуется клетками и стимулируется сывороткой крови, а также факторами роста клеточного происхождения, типичными для заживления ран [188].

Некоторые авторы рассматривают возникновение изменений в стекловидном теле при гемофтальме с точки зрения общебиологической реакции организма в ответ на травму с активацией свободнорадикального окисления, локального гемостаза и иммунной системы организма. Свободные радикалы, образующиеся в результате биохимических процессов на фоне кровоизлияния в стекловидном теле оказывают повреждающие действие на клеточные мембраны. В свою очередь разрушение мембран эритроцитов приводит к распаду гемоглобина и накоплению

ионов железа, оказывающих токсичное действие на сетчатку [12,45]. Параллельно этому процессу в витреальной полости происходит развитие соединительной ткани с формированием фиброза [1,59,71].

Экспериментальные исследования Е. Н. Яссона et al. показали, что благоприятными условиями для развития пролиферации в витреальной полости является наличие компонентов крови и увеальная воспалительная реакция [126].

Другие авторы предположили, что наиболее существенную роль в патогенезе ПВР играет повреждение гематоофтальмического барьера [157]. При кровоизлиянии в стекловидное тело происходит повреждение ретинальных сосудов, эндотелиальные клетки которых являются частью гематоретинального барьера. В ответ на повреждение происходит выброс цитокинов и провоспалительных клеток в полость стекловидного тела, таким образом, активизируются факторы роста, точкой приложения которых является формирование пролиферативных тяжей с последующим сократительным воздействием [119,188].

Данные литературы указывают на то, что ЗТГ являются одной из наиболее значимых причин развития травматической ОС [42,113,158,195], наличие разрыва которой является воротами для выхода пигментного эпителия сетчатки. Во время ОС происходит нарушение гематоофтальмического барьера и гипоксия сетчатки, которые являются пусковым механизмом для развития каскада реакций ПВР. Нарушение целостности сетчатки приводит к миграции клеток пигментного эпителия в полость стекловидного тела и на поверхность сетчатки [115,145,157].

Наличие крови, пигментных и глиальных клеток, дислокация анатомических образований, ишемия измененных после контузии тканей – все это способствует началу пролиферации на периферии сетчатки с развитием в дальнейшем отслойки [18,121].

Таким образом, ученые сходятся во мнении, что факторами риска развития ПВР являются: кровоизлияние в стекловидное тело, разрывы сетчатки,

длительное внутриглазное воспаление, отслойка хориоидеи, снижение внутриглазного давления, афакия, предшествующая внутриглазная хирургия [115,117,125,157,163,187,192].

Следует суммировать, что все факторы, способствующие развитию ПВР, сливаются воедино при тяжелой ЗТГ. А именно: нарушение гематоретинального барьера, повышенная проницаемость сосудов на фоне травмы, выход ретинального пигментного эпителия через разрывы, кровоизлияния в стекловидное тело. Что позволяет предположить более быстрые темпы развития ПВР при травме глаза.

1.6. Консервативное лечение гемофтальма. Медикаментозные методы лечения и профилактики ПВР

Сложности лечения травматических кровоизлияний в стекловидное тело рассматриваются многими учеными в настоящее время. Консервативная терапия направлена на ускорение фибринолиза, купирование сосудистой реакции, рассасывание экссудата и продуктов распада кровяного сгустка. В современной практике в офтальмологических стационарах применяются ингибиторы фибринолиза, активаторы тромбопластина, а также антикоагулянты и ферментные препараты для усиления лизиса гемофтальма [9,17]. Однако данные методы малоэффективны в лечении субтотальных и тотальных гемофтальмов и, по мнению ряда авторов, продукты распада крови обладают токсическим действием на сетчатку [45,123]. Известно, что при превращении гемоглобина в метгемоглобин последний может активировать свободнорадикальное окисление с разрушением клеточных мембран сетчатки, что, несомненно, сказывается на конечной функции после проведенной терапии [45,123].

В клинической практике достаточно широко используются современные тромболитики — проурокиназа и тканевой активатор плазминогена [7]. Первым препаратом, разрешенным для интравитреального введения в РФ, является

препарат рекомбинантной проурокиназы «Гемаза», который применяется интравитреально в лечении посттравматического гемофтальма [6,8].

При отсутствии эффекта от консервативной терапии применяется YAG - лазерный витреолизис гемофтальмов [19,25,26,90]. Данная методика заключается в разрушении сгустков крови лазером, тем самым ускоряется гемолиз и деструкция сформировавшихся шварт. Эффективность отмечена только при минимальных частичных гемофтальмах, в случае более массивных кровоизлияний в стекловидное тело целесообразность данной методики сомнительна.

Применение существующих лекарственных веществ при лечении травматических гемофтальмов не может полностью обеспечить высокую эффективность терапии. Учитывая недостаточную эффективность консервативного лечения, некоторые авторы указывают на необходимость применения витрэктомии [157].

Гемофтальм является одним из факторов развития ПВР [18,84,115,117,125,136,155,157,163,187,192], своевременная ликвидация кровоизлияния в витреальной полости может служить профилактикой дальнейшего развития пролиферативного ответа.

При уже возникшей ПВР цель медикаментозного лечения напрямую зависит от стадии ПВР. Существует множество препаратов, эффективность которых доказана при тестировании на клеточных культурах и животных [85,143,190], однако большинство из них имеют тяжелые побочные эффекты и только некоторые применяются в клинической практике.

Наиболее известными антипролиферативными препаратами считаются: 5-фторурацил, дауномицин, митомицин и дексаметазон. В части исследований авторы описывают ингибирующее действие данных препаратов на фибробласт как основного участника формирования ПВР [85,88,97]. Другие работы посвящены ингибированию пигментного эпителия сетчатки, полагая, что именно

он играет решающую роль в запуске пролиферативного ответа [99,110,155]. Несмотря на разногласия, ученые сходятся во мнении, что антипролиферативные препараты имеют узкое терапевтическое окно, и применение данных веществ не улучшает функциональный исход. Скорость пролиферации могут замедлить цитостатики, но известно, что они оказывают токсический эффект на структуры глаза [101,131].

В ходе испытаний с использованием различных лекарственных средств: 5-фторурацила, гепарина, ретиноевой кислоты, дексаметазона, колхицина, дауномицина и митомицина, гепарина, мелфалана было выявлено ингибирующее действие препаратов на развитие признаков ПВР, однако функциональные результаты лечения не улучшались [66,115,154,171,190]. В связи с этим введение данных веществ в витреальную полость не применяется в офтальмологической практике, так как существуют данные о токсическом влиянии этих препаратов на сетчатку [85,101,170].

В России обширные исследования данного вопроса проведены В.Ф. Даниличевым [6,18]. Именно он создал метод регулируемого ферментного витреолизиса, предполагающий введение коллагеназы в полость стекловидного тела с одномоментным введением ингибиторов протеаз внутривенно. Ингибиторы протеаз легко проникают через гематоофтальмический барьер и защищают ткани глаза вне зоны действия препарата, снижая тем самым нежелательные воздействия коллагеназы.

Кортикостероиды были изучены для профилактики и лечения ПВР *in vivo* и *in vitro* [97,109]. Было обнаружено, что дексаметазон стимулирует рост клеток в низких концентрациях и ингибирует ПВР только в высоких концентрациях и может вызвать ряд побочных эффектов: развитие стероидной глаукомы, катаракты [190].

Влияние кортикостероидов на профилактику ПВР нельзя отнести к ингибирующему рост эффекту на пигментный эпителий. Одним из наиболее важных эффектов стероидов является уменьшение воспаления, что,

предположительно, смягчило бы воспалительное разрушение гематоэнцефалического барьера и пролиферацию пигментного эпителия с развитием ПВР [7,97,109,156]. Исходя из накопленного опыта, была выдвинута гипотеза о том, что восстановление зрения нарушается вторичными изменениями сетчатки. Таким образом, дополнительная фармакологическая терапия должна быть направлена на профилактику ПВР, а не на уже установившуюся ПВР [190].

1.7. Сроки проведения витрэктомии, современный взгляд на вмешательство и целесообразность его проведения

Вопрос относительно оптимального времени проведения витрэктомии является предметом оживленных дискуссий офтальмологов по всему миру [74,79,87,120,123,124,136,140,148,198]. Существуют сторонники раннего и отсроченного вмешательства, каждый из которых приводит свои доводы [96].

Однако, опираясь на данные вышеупомянутой статистики, в большинстве случаев тяжелые ЗТГ требуют выполнение витрэктомии в тот или иной период времени. Ввиду этого целесообразность пролонгирования сроков вмешательства кажется сомнительной.

В современном представлении офтальмологическое хирургическое вмешательство подразумевает неотложную хирургию, проводимую в 1-3 сутки с момента травмы, раннюю реконструктивную хирургию - через 7-14 дней после травмы и позднюю реконструктивную хирургию в срок более 30 дней [10,16].

Вопрос относительно классификации витрэктомии по срокам проведения после травмы рассмотрен разными авторами. Обзор литературы показывает, что наиболее благоприятное время для выполнения витрэктомии после травмы глаза значительно варьирует в пределах 3 дней [107,111], в течение 4 дней [79,123,124], 4-10 дней [160], 8-14 дней [198] и даже до 15-30 дней [87] после травмы.

В соответствии с Федеральными клиническими рекомендациями витрэктомия относится к ранней реконструктивной хирургии и её проведение рекомендовано через 7-14 дней после травмы [36,47,69].

Kuhn et al. предлагают считать витрэктомию ранней, если она проведена в течение 2-4 суток, отсроченная витрэктомия - 5-7 сутки, поздняя - 8-14 сутки, очень поздняя - витрэктомия, проведенная в срок больше 14 суток [140].

Ранняя витрэктомия направлена на сдерживание ПВР путем устранения среды для её развития - стекловидного тела. Многие хирурги придерживаются мнения о том, что первичная и ранняя витрэктомия снижает риск развития ПВР и обеспечивает лучшие функциональные результаты [98].

Исследования витрэктомии, выполненной в промежуточный период, показали тенденцию к улучшению визуального результата при операции на стекловидном теле после острого периода и менее чем через 2 недели после травматического повреждения [87,148].

По результатам исследований других ученых, витрэктомия, выполняемая от 4 до 10 дней или до 2 недель, приводит к застою увеальной жидкости, который развивается после травмы и приводит к неконтролируемому интраоперационному кровотечению, что затрудняет или делает невозможным выполнение витрэктомии [74,87,112,149,150].

Большинство хирургов едины во мнении, что первичная, ранняя витрэктомия показана при посттравматическом эндофтальмите или наличии ВГИТ с высоким риском инфицирования, но сроки операции при других видах травмы менее определены [4,21,87,96,112,150].

Широко распространено мнение среди офтальмологов, что если после тяжелой контузии в глазу имеется гемофтальм, прежде чем принимать решение о хирургическом вмешательстве, необходимо дождаться самопроизвольного рассасывания крови, так называемой «организации стекловидного тела», что является отправной точкой для начала развития ПВР [136].

Причину такого консервативного подхода можно проследить с первых дней витрэктомии, когда само вмешательство представляло довольно значительный риск, главным образом развития ОС [3]. Однако в настоящее время витрэктомия является достаточно безопасной процедурой, в особенности, когда она проводится для предотвращения, а не для лечения существующих осложнений.

Некоторые ученые считают, что раннее вмешательство может осложниться избыточным кровотечением, отдавая предпочтение поздней витрэктомии, где, по их мнению, риск интраоперационной геморрагии ниже и индукция отслойки ЗГМ проще [150].

В настоящее время, в большинстве своем, подходы к витрэктомии при тяжелой контузии основаны на результатах, полученных десятилетия назад. Однако современное оснащение офтальмологических операционных позволяет справиться с геморрагическими осложнениями в процессе операции, визуализировать более четко задний отрезок глазного яблока, использовать троакар меньшего калибра с клапанами и возможностью контроля ВГД. Ряд авторов подтверждают безопасность применения витрэктомии [162,178].

К основным факторам, свидетельствующим о пользе ранней витрэктомии можно отнести: во-первых, зрительную реабилитацию - восстановление прозрачности сред зачастую позволяет получить зрительные функции, даже минимальное наличие которых важно для пациента и мотивирует на дальнейшее лечение. Во-вторых, появляется возможность для достаточной визуализации глазного дна, что позволяет проводить своевременную диагностику и при необходимости лечение таких осложнений как ОС, макулярный разрыв, ЭРМ. В-третьих, ранняя витрэктомия позволяет вовремя выявить дефекты сетчатки и провести меры по их отграничению - лазерную ретинопексию, что дополнительно снижает риск ОС [153], устранить тракции и кровоизлияния, которые при рассасывании оказывают токсическое действие на сетчатку и являются провокаторами развития пролифераций, удалить стекловидное тело с ЗГМ - основного каркаса для развития ПВР.

В то время как интраоперационные риски обратно пропорциональны времени, прошедшему между травмой и комплексной реконструкцией, послеоперационные риски показывают обратное: чем больше задержка оперативного лечения, тем хуже отдаленный исход [173]. Другими словами, трудности, с которыми приходится сталкиваться при комплексной или очень ранней реконструкции, более чем сопоставимы с частотой и тяжестью послеоперационных осложнений, если реконструкция проводится поздно.

Литературный обзор показал, что тяжелая ЗТГ является серьезным повреждением, для которого характерен полиморфизм клинической картины и высокая вероятность неблагоприятного исхода. В отальмотравматологии и витреоретинальной хирургии за минувшие 30 лет произошли существенные перемены. Техника хирургии витреальных вмешательств продолжает улучшаться вместе с совершенствованием оборудования, инструментария, оптических систем и тампонирующих веществ. Необходима переоценка старых представлений с учетом новых реалий и имеющихся в настоящее время технологических достижений.

ГЛАВА II МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Общая клиническая характеристика пациентов

Клиническое исследование проводилось на базе ГАУЗ СО ЦГКБ №23 (г. Екатеринбург) в период январь 2019 - июль 2023 г.г.

В исследование были включены пациенты, получавшие лечение в отделении с травмой глаза, причина которой стала контузия (удар тупым предметом) с диагнозом контузия тяжелой степени, гемофтальм. Несмотря на приверженность отделения к классификации травмы глаза Петропавловской (1975г) при включении пациентов в исследование истории болезни были пересмотрены и диагнозы пациентов переклассифицированы в соответствии с международными взглядами на классификацию травмы глаза. Таким образом, в формулировке диагноза была использована Бирмингемской классификация травм органа зрения (Birmingham Eye Trauma Terminology), утвержденная Международным обществом травм глаза, а также классификация травмы глаза по степени тяжести Волкова В. В., Даниличева В. Ф., Ерюхина И. А., Шиляева В. Г., Шишкина М. М. [68]. В работе учитывались пациенты с контузионной ЗТГ типа А тяжелой степени с наличием кровоизлияния в стекловидное тело в различные стадии трансформации кровяного сгустка.

Для определения стадии ПВР использовали классификацию, принятую Retina Society Terminology Committee (США) в 1983 г. [139]. При оценке гемофтальма использовалась классификация, предложенная В. В. Волковым, А. В. Даниловым и Е. Г. Рапис по стадиям трансформации кровяного сгустка [9].

Срок наблюдения за пациентами составил 1, 3, 6 месяцев. Немаловажным критерием отбора пациентов была достаточная прозрачность роговицы. Это было обязательным фактором обеспечения качественной визуализации во время операции, которая имела принципиальное значение для максимально полного

проведения витрэктомии и обнаружения всех повреждений сетчатки в ранние сроки.

Критериями включения для пациентов всех групп были:

- тяжелая ЗТГ с наличием гемофтальма в анамнезе не более 2 месяцев до обращения за медицинской помощью.

Критериями исключения пациентов из исследования явились:

- тяжелые контузии с выраженным отеком роговицы,
- вывих хрусталика/ИОЛ без наличия гемофтальма,
- субконъюнктивальные разрывы склеры,
- отсутствие светоощущения на травмированном глазу,
- контузия сетчатки и/или субретинальное кровоизлияние в макулярной области сетчатки,
- глаукома,
- ранее травмированный глаз.

При анализе клинических проявлений не учитывались повреждения придаточного аппарата глаза, такие как веки, повреждения конъюнктивы, так как это не имело принципиального значения для проведения витрэктомии и маловероятно влияло на пролиферативные процессы в полости глаза.

Всего в исследование было включено 107 пациентов (107 глаз), в лечении которых использовалась субтотальная 3х-портовая 25G-витрэктомия. Возраст пациентов от 19 до 73 лет (средний возраст $46,5 \pm 13,3$ лет), мужчин – 97 (88,7%), женщин – 12 (11,2%).

Пациенты были разделены на три группы:

Основная группа - 42 глаза, метод лечения - субтотальная трехпортовая 25G-витрэктомия проведена в сроки до 7 суток после получения травмы. Средний

возраст группы составлял $47,4 \pm 14,0$; здесь и далее $M \pm SD$, среди них 5 женщин (11,9%) и 37 мужчин (88,1%).

Контрольная группа 1 - 31 глаз, субтотальная трехпортовая 25G-вitrektomia проведена в сроки 7-14 суток после травмы. Средний возраст группы составлял $45,6 \pm 14,4$ года, женщин - 4 (12,9%), мужчин - 27 (87,1%).

Контрольная группа 2 - 34 глаза, субтотальная трехпортовая 25G-вitrektomia проведена в сроки более 14 суток после травмы. Средний возраст группы составлял $46,2 \pm 11,6$ года, женщин - 3 (8,8%), мужчин - 31 (91,2%)

В Таблице 2 представлена возрастная характеристика исследуемых групп.

Таблица 2 - Распределение пациентов в клинических группах по возрасту

Категории	Возраст, лет ($M \pm SD$)	n	p
Основная группа	$47,4 \pm 14,0$	42	0,8
Контрольная группа 1	$45,6 \pm 14,4$	31	
Контрольная группа 2	$46,2 \pm 11,6$	34	

При сравнении возраста в зависимости от группы исследования статистически значимых различий не установлено ($p > 0,05$).

Был проведен анализ пола в зависимости от группы исследования, данные представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Анализ пола в зависимости от группы исследования

Показатель	Категории	Группа исследования			p
		Основная группа n=42	Контрольная группа 1 n=31	Контрольная группа 2 n=34	
Пол	Женщины	5 (11,9%)	4 (12,9%)	3 (8,8%)	0,8
	Мужчины	37 (88,1%)	27 (87,1%)	31 (91,2%)	

При соотнесении пола в зависимости от группы исследования статистически значимых различий не выявлено, $p > 0,05$. Что позволяет сравнивать выделенные группы между собой.

Представленные данные таблицы 4 обращают внимание на преобладание травм у молодых трудоспособных мужчин (21-50 лет).

Таблица 4 - Распределение пациентов по возрастным группам

Возраст	Основная группа n=42	Контрольная группа 1 n=31	Контрольная группа 2 n=34
18-20 лет	1	1	0
21-30 лет	3	4	5
31-40 лет	11	7	8
41-50 лет	10	9	9
51-60 лет	8	3	7
61-70 лет	7	7	5
71-80 лет	2	0	0

При сборе данных у пациентов при госпитализации обращалось внимание на время получения травмы, сроки обращения за медицинской помощью, обстоятельства травмы с уточнением повреждающего объекта, который повлек травму.

По характеристике травмирующих агентов распределение было неоднородным. Подробнее данные представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Характеристика травмирующих объектов

Причина	Частота (%)
Удар кулаком, локтем	25,8
«Упал»	15,4
При распиливании дерева, колке дров отлетел сучок	11
Удар веткой	6,1
Пейнтбольный шар, лазертаг, хоккейная клюшка	3,3
Край мебели, двери	6,7
Удар рогом коровы, козы	1,6
Пробка от бутылки	1,6
Другие причины	28,5

Обстоятельства получения травмы у всех пациентов различны. Приведённые данные обращают внимание на то, что большинство травм связаны с бытовыми повреждениями, однако криминальные обстоятельства получения ЗТГ также составляют значительную часть. Это позволяет говорить о контузии глаза как о важной социальной проблеме.

Нами был выполнен анализ времени с момента травмы до витрэктомии в зависимости от группы исследования (таблица 6).

Таблица 6 - Время с момента травмы до витрэктомии в зависимости от группы (часы)

Категории	Время с момента травмы до витрэктомии			Р
	Me	Q ₁ – Q ₃	n	
Основная группа	88,0	47,25 -145,5	42	$P_{\text{Контрольная группа 1} - \text{Основная группа}} < 0,001$ $P_{\text{Контрольная группа 2} - \text{Основная группа}} < 0,001$ $P_{\text{Контрольная группа 2} - \text{Контрольная группа 1}} < 0,001$
Контрольная группа 1	264,0	216,0 - 288,0	31	
Контрольная группа 2	756,0	408,0 -1218,0	34	

Согласно полученным данным, при сопоставлении времени с момента травмы до витрэктомии в зависимости от группы исследования, нами были установлены статистически значимые различия ($p < 0,001$), что представляется логичным в связи с поставленной целью исследования.

Анализировались клинические проявления травмы у пациентов всех групп, включающие: остроту зрения, степень повреждения передних и задних отделов глаза, повреждения на глазном дне, наличие признаков ПВР.

У всех пациентов при поступлении в стационар острота зрения была низкой после получения травмы, данные относительно средней МКОЗ при поступлении пациентов в больницу отображены в таблице 7.

Таблица 7 - Величина МКОЗ в исследуемых группах после травмы при поступлении в стационар, $M \pm SD$

Срок наблюдения	Основная группа n=42	Контрольная группа 1 n=31	Контрольная группа 2 n=34	p
После травмы	0,01±0,01	0,009±0,01	0,01±0,008	p Осн.гр.-Контр.гр.1>0,05 p Осн.гр.-Контр.гр.2>0,05

Следуют уточнить, что для статистической обработки данных необходимо было перевести такие показатели остроты зрения как «pr.certae» и «pr.incertae» в цифровой эквивалент: 0,005 и 0,001 соответственно. Из таблицы 7 можно сделать вывод о том, что острота зрения пациентов в выделенных группах после травмы при госпитализации в больницу была сравнима и статистически значимых отличий между группами не выявлено ($p > 0,05$).

Все пациенты находились в течение 6 месяцев после травмы под наблюдением, в ходе которого оценивались показатели остроты зрения в отдаленном посттравматическом периоде, проводился детальный осмотр глазного дна для обнаружения признаков пролиферативных изменений, В-сканирование, оценивалась анатомическая стабильность глазного яблока.

Пациентам проводилась стандартная противовоспалительная терапия, в которую было включено применение глюкокортикостероидов (дексаметазон 2мг 1 р/д - субконъюнктивально; дексаметазон 1% 5 р/д - эпibuльбарно), нестероидных противовоспалительных средств (диклофенак 0,1% 3 р/д - эпibuльбарно), гемостатическая терапия (этамзилат 12,5% 2,0 мл - внутримышечно), гипотензивные препараты при возникновении офтальмогипертензии (дорзоламид 2% 2 р/д - эпibuльбарно; тимолола малеат 0,25% 2 р/д - эпibuльбарно). Внутривенно применялись инъекции Дексаметазона по схеме.

2.2. Методы клинического обследования

Офтальмологическое обследование выполнялось на базе ГАУЗ СО ЦГКБ №23. При сборе анамнеза особое внимание уделялось времени, обстоятельствам получения травмы. Всем пациентам проводили комплексное офтальмологическое обследование, включающее общепринятые стандартные методики обследования и некоторые дополнительные методы.

Объем стандартного обследования включал: визометрию, автокератометрию, тонометрию, УЗ-сканирование в А- и В- режимах, офтальмоскопию с использованием бесконтактных высокодиптрийных линз для осмотра центральных и периферических отделов глазного дна.

Визометрия проводилась при стандартном освещении без коррекции и с определением максимальной корригированной остроты зрения (МКОЗ) по десятичной системе с использованием проектора знаков Huvitz CCP-3100 (Южная Корея) и набора пробных очковых линз.

Авторефрактометрия выполнялась при помощи прибора Tomey RC-5000 (Китай).

Тонометрию выполняли аппланационным тонометром Маклакова весом 10 г по общепринятому методу и пневмотонометром «Canon» FullAuto Tonometr TX – F(Япония).

Биомикроскопия переднего отрезка глаза проводилась с использованием щелевой лампы Торсон SL-D7 (Япония). При осмотре детально оценивались повреждения передних структур глаза, обращая внимание на размер гифемы, оценивалось состояние радужки на предмет наличия иридодиализа и целостности сфинктера зрачка. Определяли наличие травматических изменений хрусталика или ИОЛ с уточнением степени подвывиха. Для характеристики дислокации использовали классификацию Паштаева Н. П. (1986) [50].

Офтальмоскопию за щелевой лампой проводили с использованием бесконтактных диагностических линз «VOLK DOUBLE ASPHERIC® 78D»

(США) и «OCULAR OSHER MAXFIELD 78 D и 90D» (США). Контактную прямую офтальмоскопию и гониоскопию проводили по показаниям с помощью трёхзеркальной линзы Гольдмана («Ocular instruments», США). При осмотре глазного дна оценивали посттравматические повреждения сетчатки и проявления признаков ПВР, определяя стадию пролиферативного процесса по классификации, принятой Retina Society Terminology Committee (США) в 1983 г. [27,60,83,184].

УЗ-сканирование в А- и В- режимах осуществлялось во всех случаях на ультразвуковом офтальмологическом сканере Quantel Medical (Франция). Особое внимание уделялось оценке состояния стекловидного тела, объему гемофтальма, наличию фиксации к сетчатке и тракций со стороны стекловидного тела, толщине сосудистой оболочки, размеру и толщине отслоенной сетчатки, что имело значение для прогнозирования хирургического вмешательства. Метод является неинвазивным, позволяет частично определить степень повреждения внутриглазных структур. Простота выполнения данного метода, доступность, информативность и отсутствие лучевой нагрузки для пациента непременно является преимуществом в процессе лечения.

Оптическая когерентная томография проводилась на бесконтактном оптическом когерентном томографе высокого разрешения CIRRUS HD-OCT 5000 (CarlZeiss, Германия).

2.3. Оборудование, материалы и инструменты, используемые при хирургическом вмешательстве

Все операции проводили под операционным микроскопом Haag-Streit Surgical Hi R NEO 900 (Германия) (Рисунок 3).

Во всех случаях выполняли 25G-трехпортовую витрэктомию при помощи многофункциональной хирургической системы Constellation Vision System (Alcon, США) (Рисунок 4).



Рисунок 3 - Микроскоп
операционный
офтальмологический



Рисунок 4 - Комбайн
офтальмологический
Constellation Vision System

При выполнении эндовитреального хирургического вмешательства использовали ирригационный раствор BSS («Alcon Laboratories Inc.», США) с целью поддержания объема витреальной полости. Для мобилизации сетчатки в процессе операции использовали перфторорганическое соединение (ПФОС) Dk-line (Bausch + Lomb, Ирландия). Для подачи ПФОС применяли эндовитреальную канюлю. Для аспирации субретинальной жидкости применялась канюля с мягким силиконовым наконечником FlexTip («MedOne», США) - рисунок 5. Эндолазеркоагуляцию сетчатки (ЭЛК) проводили с помощью аргонowego эндолазера АЛОД-01 («Алком Медика», Россия) с длиной волны 532 нм. - рисунок 6.



Рисунок 5 - канюля с
мягким наконечником



Рисунок 6 - АЛОД-01

Для тампонады витреальной полости применяли силиконовое масло вязкостью 1300, 5700 сСт (Bausch + Lomb, Ирландия), а также газ ARCEOLE C2F6, C3F8 (ARCAD, Франция).

Оперативное вмешательство заканчивали во всех случаях наложением узловых швов на склеротомии рассасывающейся нитью 8/0 (MANI, Япония) и субконъюнктивальной инъекцией ципрофлоксацина 0,2% - 0,2мл. (Эльфа Лабораториз, Индия) и дексаметазона 4 % - 0,2мл. (Эльфа Лабораториз, Индия).

После снятия блефаростата на оперированный глаз накладывали асептическую марлевую повязку.

2.4. Анестезиологическое пособие

Анестезиологическое пособие является неотъемлемой частью хирургического вмешательства и адекватность его проведения является одним из необходимых условий успешности проведения операции. У пациентов исследуемых групп применялась местная инфильтрационная проводниковая анестезия с центральным потенцированием.

За 30 минут до операции пациентам выполняли стандартную премедикацию, включающую парентеральное введение препаратов:

- Кеторол 0,4 мг/кг («Dr. Reddy's Laboratories Ltd.», Индия), который угнетает активность ферментов ЦОГ-1 и ЦОГ-2, следствием чего является торможение биосинтеза простагландинов – модуляторов болевой чувствительности и воспаления,

- Реланиум 0,15-0,2 мг/кг («WARSAW PHARMACEUTICAL WORK POLFA», Польша) - анксиолитическое средство, применяется с целью достижения снотворного, миорелаксирующего и противосудорожного действия,

- Промедол 0,2 мг/кг («Московский эндокринный завод», Россия) для выраженного анальгезирующего воздействия, снотворного эффекта, угнетения условных рефлексов и снижения возбудимости болевых центров.

Местная анестезия включала введение 1,0 мл 2% раствора Лидокаина («Армавирская биологическая фабрика», Россия) в заднее субтеноновое пространство. Для акинезии использовалось 5,0 мл 2% раствора Лидокаина («Армавирская биологическая фабрика», Россия) с целью блокады веточек лицевого нерва, иннервирующих круговую мышцу век и исключения движений век. Также пациентам выполняли эпibuльбарную анестезию 0,5% раствором Инокаина («Sentiss Pharma», Индия).

2.5. Методы статистической и математической обработки результатов исследования

Статистическая обработка полученных результатов исследования осуществлялась на собственном персональном компьютере с использованием прикладной программы StatTech v. 3.1.8 (разработчик - ООО "Статтех", Россия) и с помощью приложения Microsoft Excel.

В выделенных группах сравнивались значения при поступлении, выписке и в послеоперационном периоде в разные промежутки времени. При помощи критерия Шапиро-Уилка проверялся тип распределения числовых данных в группах на нормальность. Данные в таблицах представлены в виде количественных переменных, где n - это число глаз пациентов, количественные показатели, имеющие нормальное распределение, описывались с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD), границ 95% доверительного интервала (95% ДИ). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей ($Q1 - Q3$). Сравнение трех групп по

количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью критерия Краскела-Уоллиса.

Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия хи-квадрат Пирсона. Для определения критериев значимости использовался тест Манна-Уитни и F-критерий Фишера. Корреляционный анализ между переменными проводился по методу Спирмена, для оценки силы связи использовалась шкала Чеддока. Статистически достоверными признавались различия, при которых уровень достоверности (p) был более 95,0% ($p < 0,05$), в остальных случаях различия признавались статистически недостоверными ($p > 0,05$).

ГЛАВА III ОПТИМИЗАЦИЯ СРОКОВ ВИТРЕКТОМИИ У ПАЦИЕНТОВ С ТЯЖЕЛОЙ ЗАКРЫТОЙ ТРАВМОЙ ГЛАЗА С ГЕМОФТАЛЬМОМ

Данная глава посвящена научному обоснованию оптимизации сроков проведения витректомии, описанию метода, дополнительным видам оперативного вмешательства, необходимым в процессе витректомии у пациентов с тяжелой ЗТГ с гемофтальмом.

Вопрос относительно лечения тяжелой контузионной травмы и оптимального времени проведения витректомии является предметом оживленных дискуссий офтальмологов по всему миру [79,87,120,122,123,124,136,148,198]. Современные клинические рекомендации в РФ говорят о целесообразности проведения витректомии в срок 7-14 суток [68].

В соответствии с данными литературы [95,114,129,134,140,166,202] и собственным клиническим опытом можно выдвинуть следующие тезисы:

- витреоретинальное вмешательство при тяжелой контузии является необходимым и практически неизбежным компонентом лечения в тот или иной промежуток времени;
- ввиду полиморфизма клинических проявлений практически во всех случаях требуется оперативное вмешательство на разных отделах глаза и внутриглазных структурах;
- развитие ПВР начинается с момента травмы и требуется контролируемое течение данного процесса с возможностью профилактики развития далекозашедших форм;
- в большинстве случаев причинами отслойки сетчатки является наличие заблокированного разрыва сетчатки и прогрессирование ПВР;

- требуется оптимизация тактики хирургического лечения и сроков выполнения витрэктомии у пациентов с тяжелой контузионной травмой;
- необходимо провести анализ проведения раннего витреоретинального вмешательства с позиции безопасности и риска развития осложнений во время операции, в раннем и позднем послеоперационном периодах у пациентов с тяжелой ЗТГ с гемофтальмом.

3.1. Описание метода и сопутствующие хирургические вмешательства, примененные у пациентов основной группы

В рамках настоящего исследования применялась классическая техника витрэктомии, однако срок ее проведения у пациентов с тяжелой ЗТГ предлагается оптимизировать и осуществлять витреоретинальное вмешательство до 7 суток после получения травмы.

Таким образом, всем пациентам 1 группы была выполнена субтотальная трехпортовая 25-G витрэктомия в ранние сроки (до 7 суток) после травмы. Технология проведения ранней витрэктомии пациентам с тяжелой ЗТГ подробно описана далее.

Начало вмешательства осуществлялось с обработки операционного поля антисептическим спиртовым раствором хлоргексидина 0,5% и инстилляции Повидон-йод 7,5% (Nemofarm D.O.O. Sabac (Сербия) в конъюнктивальную полость. Далее следовала эпibuльбарная анестезия 0,5% раствором Оксibuпрокаина («Sentiss Pharma», Индия) и акинезия по общепринятой схеме. Затем зону операционного поля накрывали стерильной салфеткой с полиэтиленовым окошком. Для расширения глазной щели использовали блефаростат. В качестве анестезии дополнительно вводили раствор Лидокаина 2% в субтеноновое пространство. Затем в плоской части цилиарного тела в трех разных меридианах устанавливались порты 25G в 3,5-4 мм от лимба. Визуализация в ходе хирургии обеспечивалась посредством операционного

микроскопа Haag-Streit Surgical Hi R NEO 900. Хирургическое вмешательство осуществлялось при помощи многофункциональной хирургической системы Constellation Vision System (Alcon, США), позволяющей работать на переднем и заднем отрезке глаза в зависимости от потребности и переходить с одного вида хирургии на другой без промедления, при необходимости использовать эндодиатермокоагуляцию, контролируемо повышать ВГД и производить замену жидкости на воздух, затем применяя вязкие жидкости для эндотампонады.

Следующий этап вмешательства начинали с удаления стекловидного тела в передних, затем средних отделах витреальной полости, постепенно approaching к ЗГМ, отделение которой инициировалось посредством витреотома в режиме аспирации, предварительно прокрасив волокна стекловидного тела триамцинолоном. Для вычищения стекловидного тела в области базиса дополнительно применялась склерокомпрессия, таким образом, витрэктомия выполнялась в максимально возможном полном объеме. При обнаружении разрывов сетчатки вокруг дефекта производилось тщательное удаление остатков стекловидного тела с использованием режима «бритва», позволяющим работать витреотомом в максимальной близости к сетчатке, затем применялась эндолазеркоагуляция с использованием диодного «зеленого» лазера (длина волны 532 нм) вокруг разрыва в два ряда со следующими параметрами: мощность – 110 Мвт, экспозиция – 150 мс, длительность импульса – 0,1-0,2 с, диаметр пятна – 200 мкм. Несмотря на отсутствие ОС при обнаружении только разрывов жидкая среда обязательно аспирировалась из витреальной полости и производилась тампонада газовой воздушной смесью C2F6.

При наличии вывиха хрусталика в стекловидное тело для его удаления из витреальной полости использовалось ПФОС, введение которого обеспечивает возможность удаления хрусталика на его поверхности, предохраняет центральную область сетчатки от травматизации флотирующими частями ядра хрусталика. Затем в зависимости от плотности хрусталика производилась факоаспирация витреотомом (в случае «мягкого» хрусталика), либо

использовалась рукоятка факоэмульсификатора с предварительным осуществлением роговичных доступов на 10 часах шириной 2,4 мм и на 2 часах 1,1 мм, которые в завершении этапа гидратировались физиологическим раствором.

При наличии ОС вводилось ПФОС, область его введения ограничивалась нижней границей разрыва сетчатки, после мобилизации которой производилась замена жидкой среды на воздух и посредством активной аспирации с использованием аспирационной канюли 25G с мягким наконечником выполняли дренирование субретинальной жидкости через разрыв сетчатки, вокруг разрыва наносились эндолазерные коагуляты в соответствии с вышеописанными параметрами. В случаях ОС с отрывом от зубчатой линии, лазерные коагуляты накладывали по краю мобилизованной сетчатки ближе к зубчатой линии, применяя технику склерокомпрессии. Тампонада витреальной полости производилась силиконовым маслом вязкостью 5700/1300 сантистокс (сСт.), либо 12% газовоздушной смесью C2F6/C3F8. Выбор способа тампонады витреальной полости зависел от размера, локализации разрывов сетчатки, наличия признаков ПВР, а также от характера и обширности отслойки. В завершении операции склеротомии ушивались узловым швом нитью 8-0 (Викрил). Удаление силиконового масла производилось в сроки 3–6 месяцев после витрэктомии. В ряде случаев при наличии высокого риска развития рецидива ОС силиконовое масло не удалялось.

Ввиду полиморфизма повреждений внутриглазных структур при тяжелых контузиях существует потребность проведения хирургического вмешательства на разных отделах и структурах глаза.

Одним из наиболее часто встречающимся проявлением тяжелой ЗТГ является гифема, промывание которой было обязательным условием для качественной визуализации заднего отрезка, проводилась по общепринятой методике. При наличии помутнений хрусталика, который мог препятствовать детальной визуализации и полноценному выполнению витрэктомии осуществлялась ФЭК

с/без имплантации интраокулярной линзы (ФЭК+ИОЛ) классическим способом. Срок имплантации ИОЛ зависел от потребности в тампонаде в каждом конкретном случае и проводился либо одномоментно с витрэктомией, либо в отсроченном периоде. Имплантация ИОЛ, в особенности с внекапсульной фиксацией, может способствовать декомпенсации ВГД и прогрессированию вторичной глаукомы [56], а также травматизация структур глаза, содержащих пигментные клетки (радужка, цилиарное тело) является дополнительным источником провокаторов развития ПВР.

3.2. Описание хирургического лечения пациентов контрольных групп

В контрольных группах хирургическое лечение проводили в отсроченном периоде:

Контрольная группа 1 - витрэктомия через 7-14 суток.

Контрольная группа 2 - витрэктомия через более 14 суток.

Техника проведения витрэктомии была аналогична, примененной в основной группе (описано выше). В случае наличия вывиха хрусталика в витреальную полость, либо наличия катаракты у пациента, хирургическая техника совпадала с вышеописанной.

В случаях наличия ПВР и невозможности мобилизовать сетчатку во время операции из-за пролиферативных очагов дополнительно производилась локальная ретинэктомия в пределах пролиферативных изменений.

Техника ретинэктомии заключалась в следующем: с целью профилактики кровотечения из ретинальных сосудов предварительно проводилась эндодиатермоагуляция в зоне планируемой ретинэктомии в дозированном объеме, затем настройки витреотома переключали в режим «бритва» и окошко витреотома поворачивали в сторону пролиферативного очага, иссечение фиброзной ткани осуществлялось в минимально возможном объеме, достигая неизменённой

сетчатки. Пример объема ретинэктомии у одного из пациентов представлен на рисунке 7.

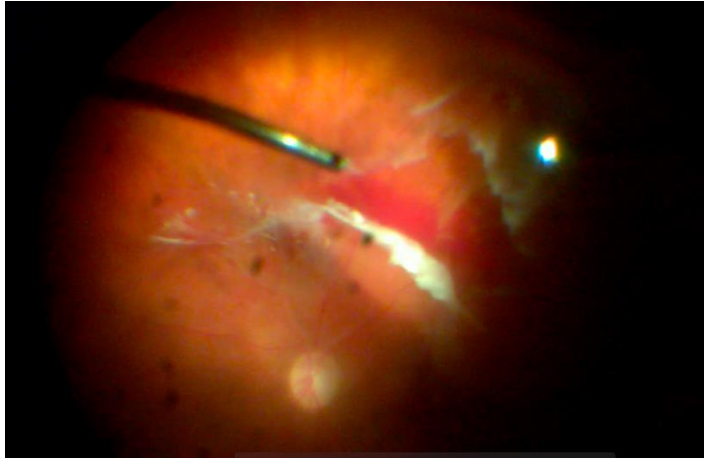


Рисунок 7 - Выполнение ретинэктомии в связи с ПВР пациенту через 25 суток после тяжелой ЗТГ

Далее вводилось ПФОС до нижней границы сформированной колобомы, после мобилизации сетчатки производилась замена жидкой среды на воздух. При помощи активной аспирации с использованием канюли 25G с силиконовым наконечником аспирировали субретинальную жидкость через дефект сетчатки, вокруг области ретинэктомического отверстия наносили эндолазерные коагуляты. В завершении производилось введение тампонирующих веществ и герметизация склеротомий в соответствии с вышеописанной методикой. В случаях наличия воронкообразной ОС пролиферативные тяжи между пузырями отслоенной сетчатки удалялись при помощи цангового пинцета, далее этапы операции соответствовали вышеописанным.

Глава IV РЕЗУЛЬТАТЫ ДООПЕРАЦИОННОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ И ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ТЯЖЕЛОЙ ЗАКРЫТОЙ ТРАВМОЙ ГЛАЗА И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Характеристики функциональных исходов лечения, течение раннего и позднего послеоперационного периода и оценка их с точки зрения безопасности являются основополагающими при оценке целесообразности существования определенной методики хирургического лечения. Данная глава посвящена детальному анализу результатов дооперационного обследования пациентов с подробным рассмотрением клинических проявлений, анализу функциональных результатов в различные временные промежутки после проведенного лечения, оценке безопасности разработанной методики.

4.1. Результаты дооперационного обследования пациентов и уточнение стадий ПВР во время операции

У всех пациентов при поступлении в стационар острота зрения была низкой после получения травмы, МКОЗ варьировала от светоощущения с неправильной светопроекцией (pr. incertae) до 0,05, данные о распределении показателей МКОЗ по группам представлены в таблице 8.

Таблица 8 - Распределение показателей МКОЗ по группам при госпитализации (в % от общего числа глаз)

	Основная группа, n=42	Контрольная группа 1, n=31	Контрольная группа 2, n=34
Pr.incert	21,5	22,5	17,6
Pr.certae	45,2	48,3	26,4
0,01	14,3	16,1	14,7
0,02	11,9	6,4	11,7
0,03	2,3	3,2	5,8
0,05	4,7	3,2	20,5

При оценке анализа зависимости МКОЗ при госпитализации от группы исследования статистически значимых различий между группами выявлено не было ($p>0,05$), что позволяет говорить об однородности исследуемых групп и нормальном ее распределении, данный факт подтвержден анализом с использованием критерия Краскела–Уоллиса и позволяет проводить дальнейший анализ выделенных групп.

Данные относительно средней МКОЗ при госпитализации пациентов в стационар отображены в таблице 9.

Таблица 9 - Величина МКОЗ в исследуемых группах при госпитализации в стационар, $M\pm SD$

Срок наблюдения	Основная группа n=42	Контрольная группа 1 n=31	Контрольная группа 2 n=34	p
После травмы	0,01 $\pm$ 0,01	0,009 $\pm$ 0,01	0,01 $\pm$ 0,008	p Осн.гр.-Контр.гр.1 $>$ 0,05 p Осн.гр.-Контр.гр.2 $>$ 0,05

ВГД у пациентов до операции колебалось от 9 до 38 мм рт.ст. (в среднем 17,6 $\pm$ 6,7 мм. рт. ст.). В основной группе среднее значение ВГД до операции составило 15,9 $\pm$ 4,0 мм. рт. ст., в контрольной группе 1 - 18,6 $\pm$ 5,8 мм.рт.ст., в контрольной группе 2 - 18,4 $\pm$ 5,4 мм. рт. ст.

Сравнительные данные средних значений ВГД выделенных групп пациентов отображены в таблице 10.

Таблица 10 - Внутриглазное давление в исследуемых группах до операции (мм. рт. ст.)

Показатель	Основная группа n=42	Контрольная группа 1 n=31	Контрольная группа 2 n=34	p
ВГД, $M\pm SD$	15,9 $\pm$ 4,0	18,6 $\pm$ 5,8	18,4 $\pm$ 5,4	p Осн.гр.-Контр.гр.1 $>$ 0,05 p Осн.гр.-Контр.гр.2 $>$ 0,05

Представленные выше данные свидетельствуют о том, что средний уровень дооперационного ВГД в выделенных группах пациентов не превышал 18,6 мм. рт. ст. и статистически значимых различий между группами не выявлено ($p > 0,05$).

Вторичная глаукома была выявлена у 7 пациентов основной группы (16,6%). В группе контроля 1 глаукома присутствовала у 6 пациентов (19,3%). В группе контроля 2 глаукома отмечена у 4 пациентов (11,7%). У большинства пациентов ВГД было компенсировано до операции консервативными методами. В случаях полного вывиха хрусталика в стекловидное тело нормализовать ВГД удалось только после операции.

Случаи вторичной глаукомы во всех группах связаны с предшествующей контузией глаза. Так, по данным литературы, вторичная глаукома при вывихах хрусталика в стекловидное тело встречается в 52 - 70% случаев и занимает одно из ведущих мест в сопутствующей патологии, нередко являясь основной причиной слепоты [31]. А также развитие гипертензии могло быть связано с наличием гифемы и травматическими повреждениями радужки, которые, по данным разных исследователей, могут вызывать вторичную глаукому с частотой до 35% случаев [50,56,57].

Анализировались клинические проявления травмы у пациентов всех групп, подробные данные представлены в таблице 11.

Таблица 11 - Распределение повреждений переднего и заднего сегментов глаза пациентов, включенных в исследование (в % от общего числа глаз)

Клиническое проявление	Основная группа n =42	Контрольная группа 1 n=31	Контрольная группа 2 n=34	p
Передний сегмент глаза				
Гифема	69,0	45,1	2,9	p Осн. гр. – Контр. гр. 1 < 0,05 p Осн. гр. – Контр. гр. 2 < 0,05
Катаракта	28,5	35,4	38,2	p Осн. гр. – Контр. гр. 1 > 0,05 p Осн. гр. – Контр. гр. 2 > 0,05
Подвывих, вывих хрусталика/ИОЛ	61,9	54,8	55,8	p Осн. гр. – Контр. гр. 1 > 0,05 p Осн. гр. – Контр. гр. 2 > 0,05
Повреждения радужки	61,9	67,7	61,7	p Осн. гр. – Контр. гр. 1 > 0,05 p Осн. гр. – Контр. гр. 2 > 0,05
Задний сегмент глаза				
Разрыв сетчатки без отслойки	21,4	6,4	2,9	p Осн. гр. – Контр. гр. 1 < 0,05 p Осн. гр. – Контр. гр. 2 < 0,05
Отслойка сетчатки	35,4	48,3	64,7	p Осн. гр. – Контр. гр. 1 > 0,05 p Осн. гр. – Контр. гр. 2 < 0,05
Гемофтальм	100	100	100	p Осн. гр. – Контр. гр. 1 > 0,05 p Осн. гр. – Контр. гр. 2 > 0,05
Субретинальное кровоизлияние	30,9	19,3	8,8	p Осн. гр. – Контр. гр. 1 < 0,05 p Осн. гр. – Контр. гр. 2 < 0,05
Отслойка хориоидеи	11,9	9,6	11,7	p Осн. гр. – Контр. гр. 1 > 0,05 p Осн. гр. – Контр. гр. 2 > 0,05
Макулярный разрыв сетчатки	4,7	3,2	5,8	p Осн. гр. – Контр. гр. 1 > 0,05 p Осн. гр. – Контр. гр. 2 > 0,05
ПВР	4,7	51,4	82,3	p Осн. гр. – Контр. гр. 1 < 0,05 p Осн. гр. – Контр. гр. 2 < 0,05

Полученные данные о разнообразии клинических проявлений, выявленные у пациентов разных групп, говорят о полиморфизме тяжелой контузионной травмы и согласуются с данными литературы [86,136].

Повреждения переднего сегмента.

Гифема как один из признаков свежести травмы в основной группе выявлена на 23,9%-66,1% чаще, чем в контрольной группе 1 и 2, были выявлены статистически значимые различия ($p < 0,001$).

Частота встречаемости повреждений радужки в виде иридодиализа, травматического мидриаза примерно одинакова во всех группах и составляет

61,7%-67,7%. При анализе данного показателя в зависимости от группы исследования, значимых различий не выявлено ($p>0,05$).

Развитие катаракты после травмы наиболее часто отмечено в группе контроля 2 - 38,2%, что связано с наличием времени для прогрессирования помутнений хрусталика у пациентов с отсроченным подходом. При сопоставлении данного критерия в зависимости от группы исследования статистически значимых различий не установлено ($p>0,05$).

Таким образом, мы видим, что в целом в исследуемых группах наиболее часто встречались следующие повреждения переднего отрезка глаза: повреждения радужки - 72,9%, подвывих хрусталика - 57,9%, гифема - 41,1%.

Повреждения заднего сегмента.

Наиболее частым признаком повреждения данного отрезка являлось присутствие травматического гемофтальма, что было критерием включения в исследование и отмечено у 100% пациентов. Объем излившейся крови и стадии трансформации кровяного сгустка встречались различные, пример травматического гемофтальма представлен на рисунке 8 и 9.

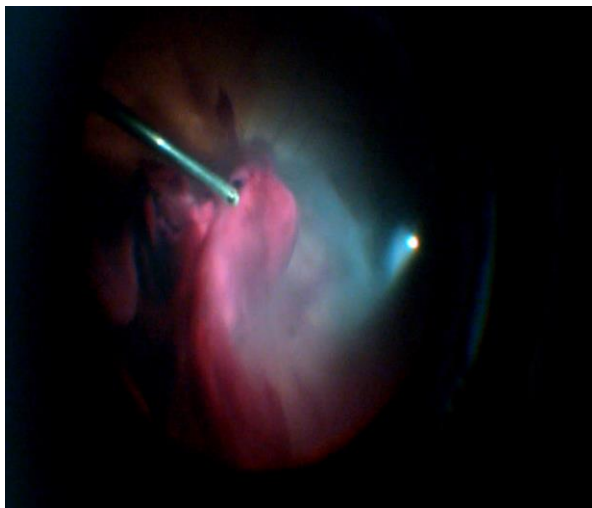


Рисунок 8 - Фото глазного дна пациента с травматическим гемофтальмом на 2-е сутки после тяжелой ЗТГ

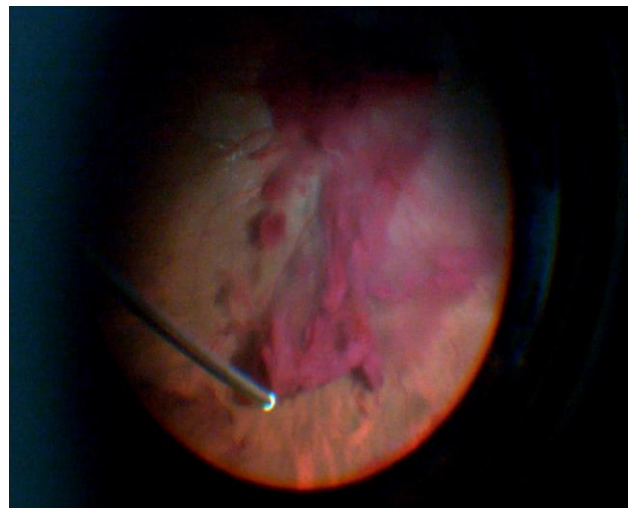


Рисунок 9 - Фото глазного дна того же пациента, что и на рисунке 8, процесс отделения ЗГМ, пропитанной кровью

Разрыв сетчатки без отслойки зафиксирован чаще в основной группе – в 21,4% случаев ввиду раннего выявления после травмы и возможности применить профилактические меры развития ОС, в отличие от контрольной группы 1 и 2, где «немой» разрыв сетчатки обнаружен в 6,4% и в 2,9% соответственно ($p < 0,05$). В более позднем периоде после травмы, а именно у пациентов контрольной группы 1 в 48,3% и контрольной группы 2 в 64,7% преобладает количество ОС в сравнении с основной группой, где ОС выявлена у 35,7% исследуемых. Варианты ретинальных разрывов представлены на рисунках 10 - 12.

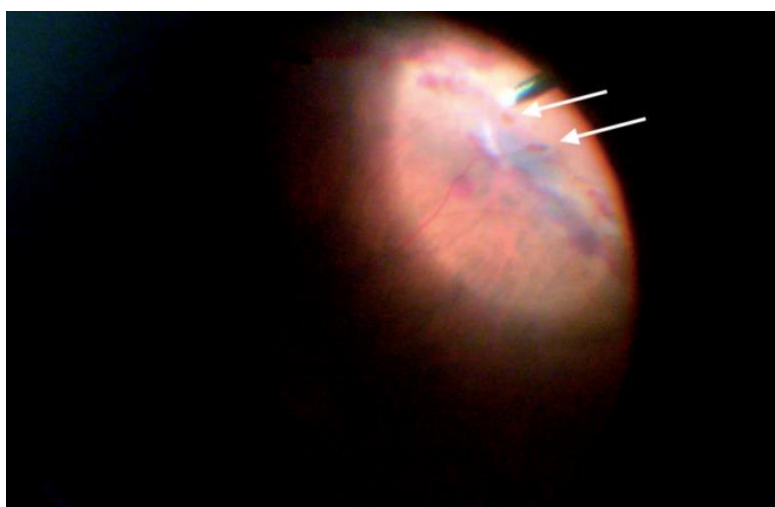


Рисунок 10 - Дырчатые разрывы сетчатки с интратетинальными кровоизлияниями и локальной отслойкой сетчатки, обнаруженные у пациента в процессе витрэктомии через 4 суток после тяжелой контузии

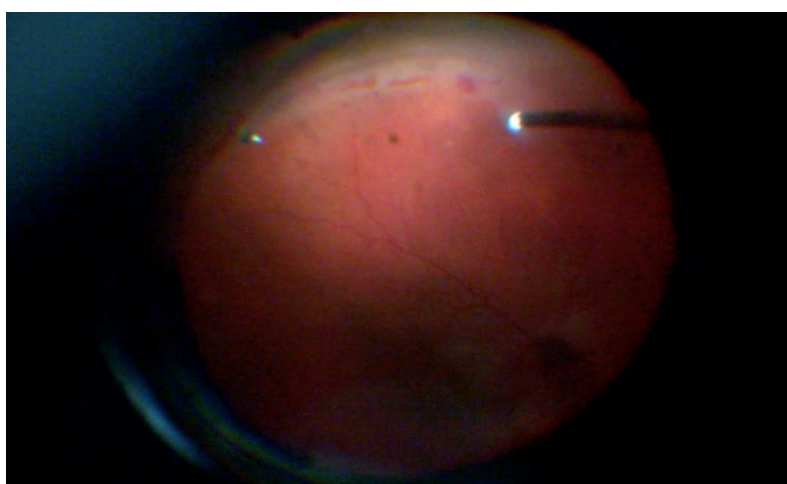


Рисунок 11 - Ретинальные разрывы, локальная отслойка сетчатки, обнаруженные у пациента в процессе витрэктомии через 2 суток после тяжелой контузии

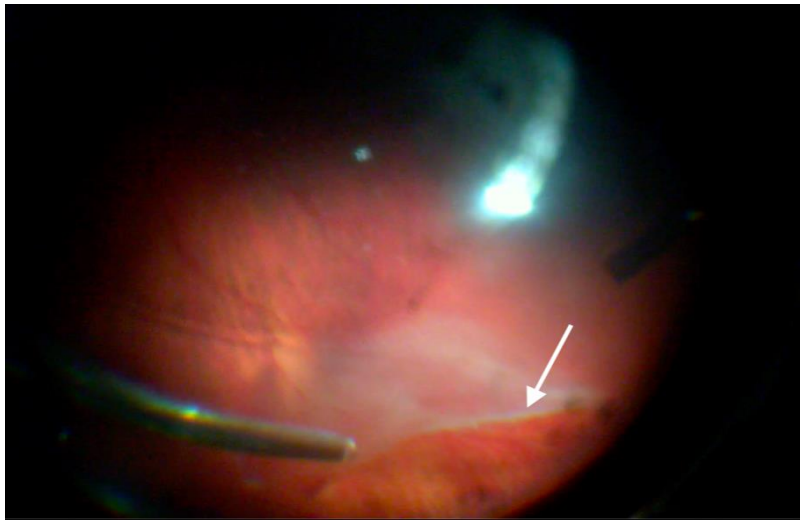


Рисунок 12 - Отрыв сетчатки от зубчатой линии (указано стрелкой), отслойка сетчатки у пациента через 6 суток после тяжелой контузии

Субретинальные кровоизлияния и берлиновское помутнение сетчатки чаще встречались в основной группе - 30,9%, в группе контроля 1 в 19,3%, в группе контроля 2 в 8,8% случаев. Отслойка хориоидеи в основной группе диагностирована в 14,2%, в группе контроля 1 в 9,6%, в группе контроля 2 в 11,7%. Макулярный разрыв сетчатки в целом встречался в 4,7% случаев.

Важной характеристикой состояния витреальной полости и сетчатки после травмы являлось наличие или отсутствие признаков ПВР.

Несмотря на развитие современных методов обследования и применение высокотехнологичного оборудования в диагностике глазной патологии, стадию ПВР при наличии гемофтальма в некоторых случаях возможно было установить только после восстановления прозрачности стекловидного тела, либо интраоперационно. Таким образом, определить стадию ПВР при первом осмотре было затруднительно.

Результаты исследования частоты возникновения различных стадий ПВР у пациентов с ЗТГ в рассматриваемых группах представлены в таблице 12.

Таблица 12 - Анализ наличия ПВР в зависимости от группы исследования
(в % от общего числа глаз)

Стадия ПВР	Группа исследования			p
	Основная группа n=42	Контрольная группа 1 n=31	Контрольная группа 2 n=34	
Нет ПВР	95,2	48,6	17,7	$P_{\text{Осн. гр.} - \text{Контр. гр. 1}} < 0,001$ $P_{\text{Осн. гр.} - \text{Контр. гр. 2}} < 0,001$ $P_{\text{Контр. гр. 1} - \text{Контр. гр. 2}} < 0,05$
B	4,7	35,4	23,5	
C	0	9,6	44,1	
D	0	6,4	14,7	
Общее	4,7	51,4	82,3	

В основной группе выявлено 2 случая ПВР в виде гранул пигмента в витреальной полости, завернутых краев разрыва сетчатки и складчатости сетчатки, что составляет 4,7%. В контрольной группе 1 пролиферативные изменения зарегистрированы у 16 пациентов - в 51,4 % случаев. Во 2-й контрольной группе 28 пациентов имели признаки ПВР (82,3%). Таким образом, частота ПВР при поступлении больных в стационар в основной группе в сравнении с группами контроля 1 и 2 ниже на 46,7% и 77,6% соответственно, что подчеркивает влияние времени после травмы на развитие пролиферативных изменений внутри глаза.

Картина повреждений заднего отрезка глаза и увеличение тяжести ПВР в зависимости от срока проведения витрэктомии после травмы показана на рисунках 13-19.

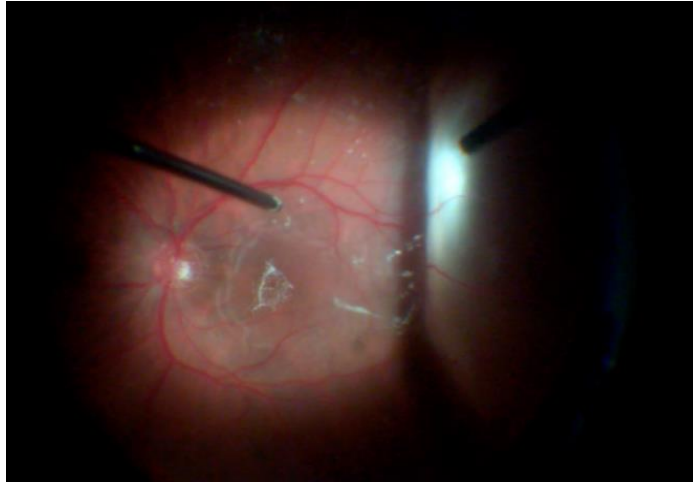


Рисунок 13 - Картина глазного дна пациента через 8 суток после тяжелой контузии. Интраоперационно обнаружены складки ПВР в макулярной области, отслойка сетчатки в 2-х квадрантах, отрыв сетчатки от зубчатой линии

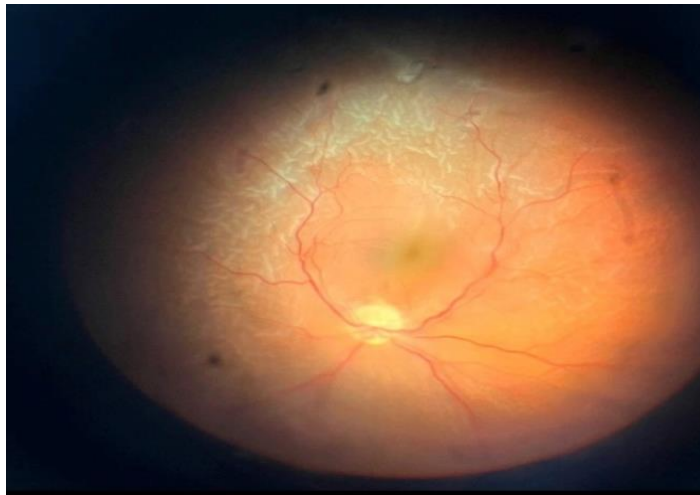


Рисунок 14 - Глазное дно пациента через 14 суток после тяжелой контузии. Складки ПВР в 3-х квадрантах, отслойка сетчатки тотальная

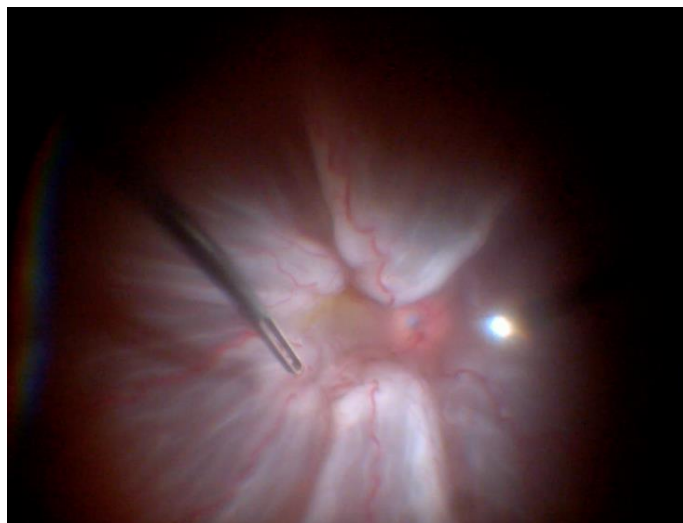


Рисунок 15 - Глазное дно пациента через 36 суток после тяжелой контузии. Воронкообразная отслойка сетчатки, ПВР D-1

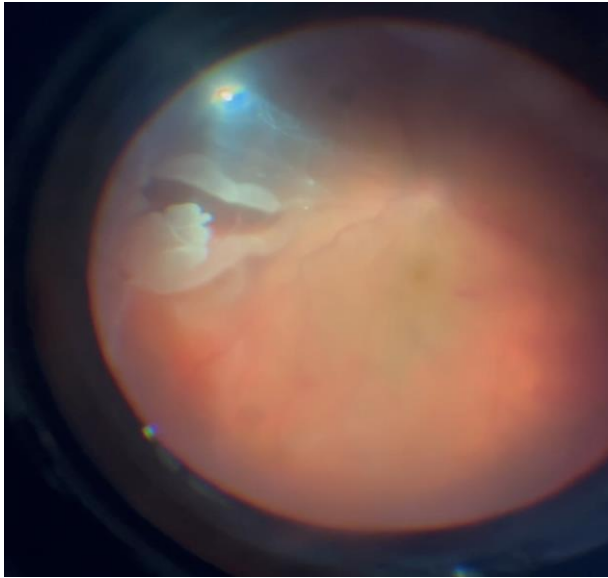


Рисунок 16 - Фото глазного дна пациента через 7 суток после тяжелой контузии. Дифференцируется гигантский разрыв сетчатки, частичный гемофтальм

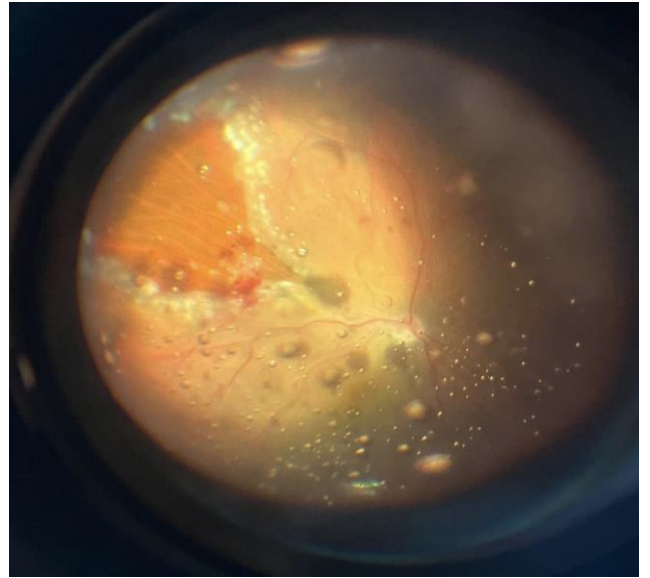


Рисунок 17 - Фото глазного дна того же пациента, что и на рисунке 16 в конце операции. Сетчатка мобилизована, видны эндолазерные коагуляты вокруг разрыва, витреальная полость тампонирована силиконовым маслом 5700 сСт

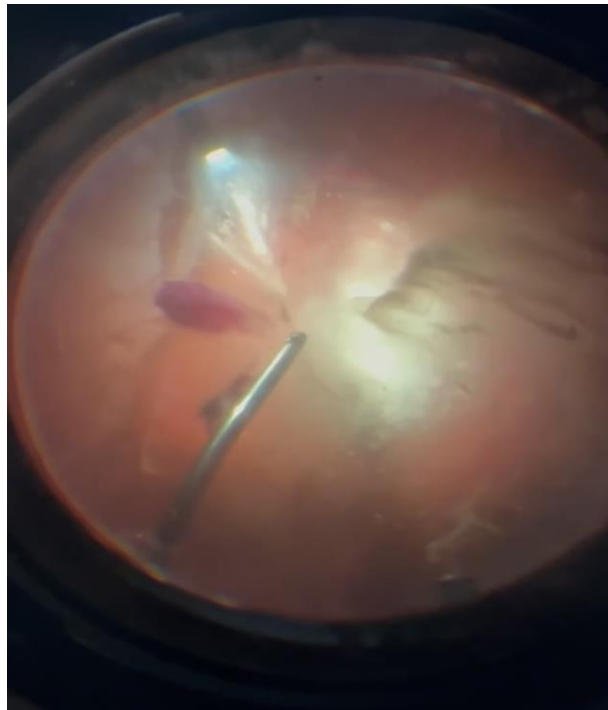


Рисунок 18 - Процесс витрэктомии, удаление гемофтальма, ревизия сетчатки у пациента через 5 суток после тяжелой контузии

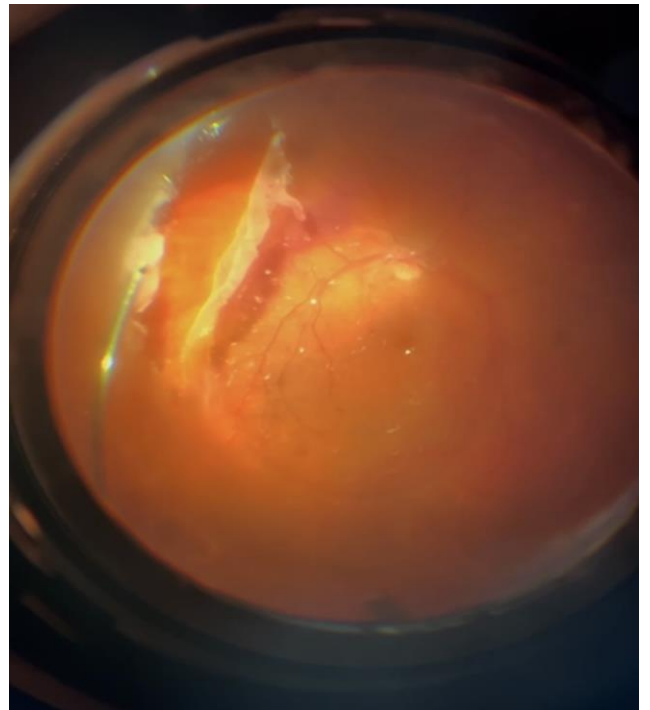


Рисунок 19 - Тот же пациент, что и на рисунке 18. Обнаружен гигантский разрыв, отслойка сетчатки. Введено ПФОС. Этап мобилизации сетчатки

Обращает на себя внимание не только высокая частота встречаемости ПВР в контрольных группах в сравнении с основной, но и количество далекозашедших стадий - D, которые особенно преобладают у пациентов в контрольной группе 2 с наиболее поздним сроком проведения витрэктомии после травмы, $p < 0,05$.

Таким образом, в целом в исследуемых группах основными посттравматическими проявлениями повреждения заднего отрезка были: гемофтальм - 100%, отслойка сетчатки - 48,6%, наличие ПВР - 42,0%.

4.2. Сравнительная характеристика частоты проведения различных видов оперативного вмешательства у пациентов разных групп

Данные о частоте дополнительных видов оперативного вмешательства, проводимых перед или одновременно с витрэктомией представлены в таблице 13.

Таблица 13 - Дополнительные хирургические манипуляции
(в % от общего числа глаз)

Операция	Основная группа n=42	Контрольная группа 1 n=31	Контрольная группа 2 n=34	p
Промывание передней камеры	52,3	25,8	2,9	$p_{\text{осн.гр-к.гр.1}} < 0,05$ $p_{\text{осн.гр-к.гр.2}} < 0,05$
Экстракция хрусталика	38,1	35,4	38,2	$p_{\text{осн.гр-к.гр.1}} > 0,05$ $p_{\text{осн.гр-к.гр.2}} > 0,05$
Имплантация ИОЛ	28,5	32,2	38,2	$p_{\text{осн.гр-к.гр.1}} > 0,05$ $p_{\text{осн.гр-к.гр.2}} > 0,05$
Тампонада витреальной полости + ЭЛК сетчатки	57,1	54,8	79,4	$p_{\text{осн.гр-к.гр.1}} > 0,05$ $p_{\text{осн.гр-к.гр.2}} < 0,05$
Ретинэктомия	0	6,4	26,4	$p_{\text{осн.гр-к.гр.1}} > 0,05$ $p_{\text{осн.гр-к.гр.2}} < 0,05$

Частота промывания передней камеры в основной группе проводилась на 26,5% и 49,4% чаще при сравнении с контрольной группой 1 и 2 соответственно,

что связано с временным промежутком, который прошел после травмы - на момент витрэктомии у большей части пациентов контрольных групп гифема рассосалась самостоятельно ($p < 0,05$).

Экстракция хрусталика, имплантация ИОЛ проведена примерно в одинаковом количестве случаев во всех группах ($p < 0,05$). Тампонада витреальной полости и ЭЛК сетчатки в 57,1% выполнена пациентам основной группы, в 54,8% случаев потребовалась пациентам контрольной группы 1, в 79,4% пациентам контрольной группы 2. Значительное преобладание (на 22,3%-24,6%) данного вида операции в контрольной группе 2 объяснимо большим количеством осложненных ОС в сравнении с другими группами ($p < 0,05$).

Результаты сравнительной оценки частоты проведения различных видов операций во время выполнения витрэктомии у пациентов разных групп показали, что в основной группе выявлено достоверное снижение применения ретинэктомии на 6,4% в сравнении с контрольной группой 1, на 26,4% в сравнении с контрольной группой 2 ($p < 0,05$), что свидетельствует о меньшей травматичности операции у пациентов в ОГ с ранним применением субтотальной витрэктомии.

4.3. Результаты сравнительной оценки клинико - функциональных показателей ранней и отсроченной технологии проведения витрэктомии у пациентов всех групп в различные сроки после операции

Данный подраздел посвящен изложению и сравнению клинико-функциональных результатов применения витрэктомии и их статистическому анализу. Сравнительный анализ анатомо-функциональных результатов лечения проводили между основной и двумя контрольными группами.

В формате настоящего исследования осмотр проводился ежедневно со дня операции и до выписки. В дальнейшем пациенты приглашались на осмотр через 1 мес., 3 мес., 6 мес.

Основным показателем, отражающим эффективность хирургического вмешательства, является МКОЗ. Во всех группах пациентов, включенных в исследование, в 98,1% ($p < 0,001$) определялось улучшение этого показателя, данные представлены в таблице 14.

Таблица 14 - Распределение МКОЗ по группам (количество случаев) до операции и через 1 месяц после (в % от общего числа глаз)

МКОЗ	До операции			После операции 1 месяц		
	ОГ, n=42	КГ-1, n=31	КГ-2, n=34	ОГ, n=42	КГ-1, n=31	КГ-2, n=34
Pr.incertae	21,5	22,5	17,6	0	0	0
Pr.certae	45,2	48,3	26,4	0	6,4	8,8
0,01-0,05	33,2	29,0	55,8	14,2	19,3	23,5
0,06-0,08	0	0	0	4,7	0	11,7
0,1-0,2	0	0	0	31,3	48,3	29,4
0,25-0,3	0	0	0	16,7	6,4	14,7
0,35-0,4	0	0	0	11,9	12,9	8,8
0,45-0,5	0	0	0	2,3	0	2,9
0,55-0,6	0	0	0	4,7	6,4	0
0,65-0,7	0	0	0	2,3	0	0
0,75-0,8	0	0	0	4,7	0	0
0,85-0,9	0	0	0	2,3	0	0
0,95-1,0	0	0	0	4,7	0	0

Примечание: ОГ (основная группа) - витрэктомия до 7 суток после травмы. КГ-1 (контрольная группа 1) - витрэктомия 7-14 суток после травмы. КГ-2 (контрольная группа 2) - витрэктомия более 14 суток после травмы.

В основной группе пациентов, где витрэктомия проведена до 7 суток после травмы, исходное количество больных с МКОЗ при поступлении в стационар pr.l.incertae составило 21,5% случаев, pr.l.certae - 45,2%, 0,01-0,05 - 33,2%. У всех пациентов отмечено улучшение МКОЗ от 0,01 до 1,0, из них 62,2% имели МКОЗ

0,1-0,5, и МКОЗ более 0,5 была отмечена у 23,5%. Этот факт говорит о высокой эффективности примененной методики с точки зрения функциональных показателей, $p < 0,001$.

У пациентов контрольной группы 1, кому витрэктомия проведена в срок от 7 до 14 суток, среди исходных показателей МКОЗ преобладало значение *pr.l.certae* (48,3%), показатели *pr.l.incertae* (22,5%) и 0,01-0,05 (29,0%) находились примерно в одинаковом количестве. После витрэктомии в результате проведенного хирургического лечения улучшение МКОЗ было выявлено в 93,5% случаев и находилось в диапазоне 0,005-0,6, у 1 пациента с *pr.l.certae* функциональные показатели не изменились ввиду обнаружения во время операции травматического повреждения в области ДЗН. МКОЗ от 0,1 до 0,5 наблюдалась в 14,1%, более 0,5 - в 6,4%.

В группе контроля 2, где витрэктомия проведена в срок более 14 суток, исходные показатели были представлены 17,6% глаз с *pr.l.incertae*, 26,4% случаев с *pr.l.certae* и 55,8% с МКОЗ 0,01-0,05. После проведения витрэктомии в 91,1% отмечено улучшение МКОЗ с диапазоном 0,01-0,5. В 8,8% случаев МКОЗ характеризовалась *pr.l.certae*, у 1 пациента с *pr.l.certae* функциональные показатели не изменились.

Данные таблицы 14 свидетельствуют о том, что исходно до проведения витрэктомии при поступлении в стационар зрение пациентов с тяжелой ЗТГ было низким и находилось в пределах от *pr.incertae* до 0,05. Однако после проведения витрэктомии через 1 месяц улучшение остроты зрения наблюдалось у 95,3% и находилось в пределах 0,01-1,0 ($p < 0,001$), что говорит о высокой эффективности данного вида оперативного вмешательства и согласуется с данными литературы [98,124,146,191,202].

Представленные в таблице 15 данные свидетельствуют о динамике МКОЗ пациентов всех групп в разные промежутки времени - до и после операции.

Таблица 15 - Средние значения МКОЗ в исследуемых группах в течение 6-и месяцев после витрэктомии, $M \pm SD$

Срок наблюдения	Основная группа n=42	Контрольная группа 1 n=31	Контрольная группа 2 n=34	p
После травмы	0,01 $\pm$ 0,01	0,009 $\pm$ 0,01	0,01 $\pm$ 0,008	p осн.гр-к.гр.1>0,05 p осн.гр-к.гр.2>0,05
При выписке	0,12 $\pm$ 0,11	0,1 $\pm$ 0,09	0,1 $\pm$ 0,08	p осн.гр-к.гр.1>0,05 p осн.гр-к.гр.2>0,05
1 месяц	0,3 $\pm$ 0,22	0,18 $\pm$ 0,16	0,18 $\pm$ 0,12	p осн.гр-к.гр.1>0,05 p осн.гр-к.гр.2>0,05
3 месяца	0,31 $\pm$ 0,25	0,19 $\pm$ 0,16	0,19 $\pm$ 0,13	p осн.гр-к.гр.1>0,05 p осн.гр-к.гр.2>0,05
6 месяцев	0,33 $\pm$ 0,27	0,21 $\pm$ 0,17	0,16 $\pm$ 0,14	p осн.гр-к.гр.1<0,05 p осн.гр-к.гр.2<0,05

Представленные результаты свидетельствуют, что во всех группах пациентов после проведения витрэктомии отмечается существенное, статистически значимое повышение МКОЗ через 6 месяцев после травмы ($p < 0,001$). Улучшение остроты зрения происходило постепенно с течением времени во всех группах. Кроме того, МКОЗ в послеоперационном периоде через 6 месяцев у пациентов в ОГ была статистически более высокой - 0,33 $\pm$ 0,27, чем у пациентов КГ-1 - 0,21 $\pm$ 0,17 и КГ-2 - 0,16 $\pm$ 0,14, ($p < 0,05$), что подтверждает эффективность предложенной методики.

Учитывая большое количество пациентов с разрывами сетчатки, ОС и признаками ПВР в исследовании, проводился анализ частоты и вида тампонады витреальной полости. Результаты сравнительной оценки применения тампонирующих витреальную полость веществ у пациентов исследуемых групп представлены в таблице 16.

Таблица 16 - Сравнительная оценка применения тампонирующих витреальную полость веществ у пациентов основной и контрольных групп
(в % от общего числа глаз)

Тампонада витреальной полости	Основная группа n=42	Контрольная группа 1 n=31	Контрольная группа 2 n=34	p
Не потребовалась	40,4	45,1	17,6	p осн.гр-к.гр.1>0,05 p осн.гр-к.гр.2< 0,05
Газовоздушная смесь (C2F6, C3F8)	28,5	12,9	8,8	p осн.гр-к.гр.1< 0,05 p осн.гр-к.гр.2< 0,05
Силиконовое масло (1300/5700сСт.)	30,9	41,9	73,5	p осн.гр-к.гр.1< 0,05 p осн.гр-к.гр.2< 0,05

Представленные в таблице 16 данные свидетельствуют о том, что в основной группе пациентам тампонада не потребовалась в 17 случаях (40,4%), но была необходима в 25 (59,5%). Распределение по виду тампонады было примерно одинаковым внутри группы, однако стоит отметить, что в 9 (21,4%) случаях тампонада газом осуществлялась только с целью профилактики развития ОС у пациентов, у которых был обнаружен только разрыв без отслойки.

В контрольной группе 1 введение тампонирующих витреальную полость веществ не проводилось в 14 случаях (45,1%), проводилось у 17 пациентов (54,8%), причем большинству (41,9%) из них введено силиконовое масло, в 12,9% - газовоздушная смесь, из которых в 2-х случаях (6,4%) с целью тампонады заблокированного лазером разрыва сетчатки без отслойки.

В группе контроля 2 количество пациентов, кому не требовалась тампонада резко снизилось до 17,6%. Использование газовоздушной смеси было возможным только в 3-х случаях (8,8%). Силиконовое масло являлось основным тампонирующим веществом, применено у 25 пациентов (73,5%).

Представленные в таблице 16 данные свидетельствуют о снижении применения силиконового масла в основной группе на 10,9% ($p<0,05$) в сравнении с контрольной 1 и на 42,6% ($p<0,05$) в сравнении с группой контроля 2, что, в свою очередь, снижает частоту повторных вмешательств для его удаления.

В основной группе в 9 случаях газ введен пациентам, у которых был обнаружен разрыв сетчатки без отслойки. В контрольной группе 1 - в 2-х случаях. В контрольной группе 2 - в 1-м случае. В процентном соотношении вероятность обнаружения разрыва без ОС в раннем периоде до 7 суток после травмы составляет на 15,0% выше при сравнении с группой контроля 1 и на 18,5% в сравнении с контрольной группой 2. Что позволяет говорить о ранней витрэктомии как о методе профилактики развития ОС.

Полученные данные свидетельствуют о повышении вероятности развития ОС через 7 суток после травмы, что связано с тракционным воздействием на края разрыва сетчатки со стороны волокон стекловидного тела.

При комплексном анализе результатов были выявлены корреляционные связи времени проведения витрэктомии после травмы с некоторыми параметрами, данные представлены в таблице 17.

Таблица 17 - Корреляция времени проведения витрэктомии после травмы с выявленными параметрами

Параметр	Характеристика корреляционной связи	
	Коэффициент Спирмена (r_s)	Теснота связи по шкале Чеддока
Гифема	-0,417	Умеренная
Отслойка сетчатки	0,512	Умеренная
ПВР	0,687	Заметная
Стадия ПВР	0,699	Заметная
Тампонада силиконовым	0,504	Умеренная
МКОЗ через 6 месяцев	-0,508	Умеренная

Полученные результаты демонстрируют статистически значимую взаимосвязь между временем проведения витрэктомии после травмы и наличием гифемы ($r_s = -0,417$). Выявлена умеренной силы прямая связь с наличием отслойки сетчатки ($r_s = 0,512$) и заметная корреляционная связь с ПВР ($r_s = 0,687$) и стадией ПВР ($r_s = 0,699$). Кроме того, при проведении корреляционного анализа была выявлена прямая умеренная связь сроков проведения витрэктомии после тяжелой ЗТГ с тампонадой витреальной полости силиконовым маслом ($r_s = 0,504$). Установлена

умеренной силы обратная корреляционная связь с МКОЗ через 6 месяцев после операции ($r_s = -0,508$).

Прямое сравнение наших результатов с уже существующими исследованиями затруднительно ввиду того, что все работы посвящены применению витрэктомии в разные сроки только при ОТГ или при травме глаза в целом, не выделяя отдельно группу тяжелые ЗТГ. Учитывая наличие общих механизмов развития ПВР после травмы, найденные в литературе результаты исследований относительно временных промежутков применения витрэктомии после травмы можно принять во внимание.

Таким образом, результаты нашей работы сопоставимы с исследованиями, в которых изучались оптимальные сроки витрэктомии при открытых повреждениях глаза [124,146,191].

Сопоставляя представленные результаты с данными литературы, следует отметить, что He K. et al. (2020) в своё исследование включили 53 пациента с ОТГ, которых разделили на 2 группы: 1 – группа с применением ранней витрэктомии (в течение 4 дней) и 2 – группа с поздней витрэктомией (через 10-14 дней после травмы). Было установлено, что проведение витрэктомии в первые 4 дня после травмы сопровождалось лучшими показателями МКОЗ ($p=0,041$). Хирургическое вмешательство, проведенное через 10-14 дней после травмы, было связано с более высокой частотой ПВР ($p=0,054$) и рецидивов ОС ($p=0,001$).

Wu X.Y. (2015) и Lu J.Q. (2016) рандомизировали участников на группу ранней витрэктомии (в течение 3-х дней) и группу отсроченной (1-2 недели). Полученные данные свидетельствуют, что в ранней группе наблюдалась значительно лучшая МКОЗ ($p<0,05$) и меньший уровень послеоперационных осложнений ($p<0,05$).

4.4. Осложнения хирургического лечения

4.4.1. Анализ частоты интра- и послеоперационных осложнений в раннем периоде в исследуемых группах

В процессе оперативного вмешательства в качестве интраоперационного осложнения отмечалось кровотечение из сосудов сетчатки, случившееся в 2-х случаях (4,7%) в основной группе, у 2-х пациентов (6,4%) в группе контроля 1 и в 1-м (2,9%) случае в группе контроля 2. Для остановки возникшего кровотечения проводили диатермокоагуляцию сосуда, во всех случаях был достигнут эффективный гемостаз. Достоверных различий между группами не выявлено ($p > 0,05$).

Распределение интраоперационных и ранних послеоперационных осложнений представлено в таблице 18.

Таблица 18 - Осложнения интраоперационного и раннего послеоперационного периода в группах (в % от общего числа глаз)

Осложнения	Основная группа n=42	Контрольная группа 1 n=31	Контрольная группа 2 n=34	p
Интраоперационные осложнения				
Кровотечение из сосудов сетчатки	4,7	6,4	2,9	p осн.гр.-к.гр.1>0,05 p осн.гр.-к.гр.2>0,05
Ранние послеоперационные осложнения				
Катаракта	16,6	16,1	17,6	p осн.гр.-к.гр.1>0,05 p осн.гр.-к.гр.2>0,05
Повышение ВГД	9,5	12,9	8,8	p осн.гр.-к.гр.1>0,05 p осн.гр.-к.гр.2>0,05
Воспаление	4,7	9,6	8,8	p осн.гр.-к.гр.1>0,05 p осн.гр.-к.гр.2>0,05
Отек роговицы	11,9	9,6	8,8	p осн.гр.-к.гр.1>0,05 p осн.гр.-к.гр.2>0,05
Общее	42,8	48,3	44,1	p осн.гр.-к.гр.1>0,05 p осн.гр.-к.гр.2>0,05

В течение этого периода отмечалось появление помутнений в области задних кортикальных слоев хрусталика в основной группе на 7 глазах (16,6%), в группе контроля 1 – в 5 случаях (16,1%), в группе контроля 2 – у 6 пациентов (17,6%), $p > 0,05$.

В первые сутки после операции отмечалось повышение ВГД у 4-х больных (9,5%) в основной группе, у 4-х (12,9%) – в группе контроля 1, в 3-х случаях (8,8%) - в группе контроля 2. На фоне консервативной гипотензивной терапии (дорзоламид+тимолол) в течение 2-4 дней ВГД стабилизировалось до нормальных значений во всех случаях, $p > 0,05$.

Воспалительная реакция присутствовала в виде феномена Тиндаля у 2-х пациентов (4,7%) в основной группе, в 3-х случаях (9,6%) в группе контроля 1 и в 3-х случаях в группе контроля 2 (8,8%), $p > 0,05$. В качестве противовоспалительной консервативной терапии назначались эпibuльбарные инстилляциии капель Левифлоксацина 0,3% - 5р/день, Дексаметазона 0,1 % - 5 р/день, Атропина 1% - 1р/день и субконъюнктивальные инъекции Ципрофлоксацина 0,2 мл. + Дексаметазона 0,3 мл. в оперированный глаз. Следует отметить, что ни у одного из пациентов в исследуемых группах не было случаев эндофтальмита. На фоне консервативной терапии признаки воспаления были купированы у всех пациентов.

У части пациентов одновременно с витрэктомией производилось оперативное вмешательство на переднем отрезке глаза, что обусловило развитие ответной реакции роговицы в виде отека эпителия и стромы, наличия складок десцеметовой оболочки. Выраженность отёка зависела как от исходного состояния роговицы, так и от объёма хирургических манипуляций. В основной группе отёк роговицы отмечался на 5-и глазах (11,9%), в контрольной группе 1 – на 3-х глазах (9,6%), в группе контроля 2 - на 3-х глазах (8,8%), $p > 0,05$. К моменту выписки из стационара прозрачность роговицы была восстановлена у всех пациентов.

Общее количество ранних послеоперационных осложнений в основной группе выявлено в 42,8%, в группе контроля 1 - в 48,3%, в группе контроля 2 - в 44,1%.

При проведении сравнительного анализа осложнений раннего послеоперационного периода в исследуемых группах статистически значимых различий выявлено не было ($p>0,05$).

4.4.2. Сравнительный анализ поздних послеоперационных осложнений в исследуемых группах и их обсуждение

Поздние послеоперационные осложнения выявлены в основной группе в 33,1%, в группе контроля в 61,6%, в группе контроля 2 в 79,1%. Распределение поздних послеоперационных осложнений в исследуемых группах представлено в таблице 19.

Таблица 19 - Осложнения позднего послеоперационного периода в исследуемых группах (в % от общего числа глаз)

Осложнения	Основная группа n=42	Контрольная группа 1 n=31	Контрольная группа 2 n=34	p
Катаракта	9,5	16,3	17,6	$p_{\text{осн.гр.-к.гр.1}}>0,05$ $p_{\text{осн.гр.-к.гр.2}}>0,05$
Повышение ВГД	7,1	12,9	8,8	$p_{\text{осн.гр.-к.гр.1}}<0,05$ $p_{\text{осн.гр.-к.гр.2}}>0,05$
ПВР	9,5	16,1	20,5	$p_{\text{осн.гр.-к.гр.1}}>0,05$ $p_{\text{осн.гр.-к.гр.2}}<0,05$
Эпиретинальная мембрана	2,3	3,2	11,7	$p_{\text{осн.гр.-к.гр.1}}>0,05$ $p_{\text{осн.гр.-к.гр.2}}>0,05$
Рецидив ОС	4,7	12,9	20,5	$p_{\text{осн.гр.-к.гр.1}}<0,05$ $p_{\text{осн.гр.-к.гр.2}}<0,05$
Общее	33,1	61,6	79,1	$p_{\text{осн.гр.-к.гр.1}}<0,05$ $p_{\text{осн.гр.-к.гр.2}}<0,005$

В основной группе развитие помутнений хрусталика было отмечено в 9,5%, в группе контроля 1 в 16,3%, в группе контроля 2 в 17,6% случаев. Связано это с уже присутствующими помутнениями хрусталика на фоне контузии в момент витрэктомии и на фоне тампонады витреальной полости силиконовым маслом

или газом [3,41]. По данным литературы, посттравматическая катаракта обнаруживается в 1,8-27,8% случаев контузий глаз [34,42,59,116,138,148] и прогрессирование помутнений хрусталика в одном из исследований происходит в 68,0% случаев в сроки от 3 месяцев до 1 года после травмы [59], что позволяет предположить неизбежность развития данной патологии у большей части пациентов независимо от применения витрэктомии. Другие исследователи считают, что образование катаракты является частым поздним послеоперационным осложнением, составляющим до 80% [177,193].

Несомненно, сам факт применения витреального вмешательства и применение тампонирующих веществ мог повлечь прогрессирование катаракты [33,41]. С. Cole et al. [105] изучали развитие катаракты после различных витреоретинальных вмешательств и отметили развитие катаракты у 42% пациентов в течение 24 месяцев после витрэктомии, что несколько превышает показатели, полученные в нашем исследовании. Объяснить это можно тем, что у части пациентов, включённых в наше исследование, после травмы присутствовал полный вывих хрусталика в стекловидное тело, удаление которого производилось одномоментно с проведением витрэктомии, что исключало возможность развития катаракты в позднем послеоперационном периоде у подобных пациентов.

Учитывая высокую частоту использования в качестве тампонады витреальной полости силиконового масла, можно говорить о том, что прогрессирование катаракты связано в том числе с его применением. В нашем исследовании пациентам группы контроля 2 в большинстве случаев использовалась тампонада силиконовым маслом и именно у них отмечается наибольшая частота прогрессирования катаракты. Что согласуется с данными литературы, где исследователи считают одним из основных осложнений силиконовой тампонады развитие и прогрессирование уже имеющейся катаракты [27,50,104,106]. Происходит это за счет непосредственного пропитывания капсулы хрусталика во время продолжительного контакта с передней поверхностью силиконового пузыря, трофических нарушений на фоне гидрофобности СМ [33].

Немаловажным отдаленным осложнением являлось повышение ВГД. Стоит отметить, что у всех пациентов до получения травмы эпизодов повышения ВГД не отмечалось. Офтальмогипертензия наблюдалась у пациентов основной группы в 3-х случаях (7,1%) в сроки от 1 мес. до 2 мес. после операции, в группе контроля 1 у 4-х пациентов (12,9%) в сроки от 2 до 3 месяцев, в группе контроля 2 у 3-х больных (8,8%). Что согласуется с данными литературы, где повышение ВГД в результате травматических повреждений глазного яблока наблюдается в 7,6% после контузии глаза [21]. По данным других исследователей, частота вторичной глаукомы у пациентов с травматическими повреждениями радужки достигает 35% случаев [57]. Именно пациенты 2-й группы, где наблюдалось наибольшее количество пациентов с иридодиализом, демонстрируют наибольшее количество случаев повышения ВГД, что сопоставимо с данными авторов, указывающих на вероятность развития посттравматической глаукомы при подобных повреждениях до 35% [56,57].

В основной группе в 2-х случаях ВГД компенсировалось на фоне гипотензивной терапии, применение которой было рекомендовано пациентам на постоянной основе. В 1 случае после удаления силиконового масла. В группе контроля 1 в 1 случае стабилизация ВГД наступила после удаления силиконового масла, у 3 пациентов повышение ВГД было связано с развитием посттравматической глаукомы, в связи с чем гипотензивная терапия была прописана на постоянной основе. В группе контроля 2 двум пациентам был поставлен диагноз посттравматическая глаукома и назначена гипотензивная терапия, 1 пациенту потребовалась имплантация антиглаукомного шунта Rereg A-3 (Нижний Новгород), после чего давление пришло в норму.

В основной группе пациентов в различные сроки после витрэктомии (3-4 месяцев) выявлено развитие ПВР в 4 (9,5%) случаях, 2 из которых произошли под силиконовым маслом. Данным пациентам была проведена реоперация - удаление силиконового масла, локальная ретинэктомия, ЭЛК сетчатки с последующей

тампонадой силиконовым маслом 5700 сСт. Другие 2 случая произошли после удаления силиконового масла через 2 месяца.

У пациентов группы контроля 1 были выявлены признаки ПВР в 5 случаях (16,1%), 2 из которых произошли под силиконовым маслом в срок 4 месяца после операции, 3 случая связаны с рецидивом ОС и поздним обращением пациентов за медицинской помощью. Все случаи потребовали хирургического лечения - ревизия сетчатки с применением локальной ретинэктомии в области ПВР, ЭЛК сетчатки, тампонада силиконовым маслом 5700 сСт.

Пациенты группы контроля 2 демонстрировали ПВР в 7 случаях (20,5%) в срок от 2 до 6 месяцев. Что вероятно связано с исходно высоким количеством глаз с ПВР до витрэктомии в данной группе и прогрессированием пролифераций на близлежащих участках сетчатки в отдаленном периоде.

Полученные данные соответствуют данным литературы, где зарегистрированная частота ПВР после витрэктомии варьирует в широких пределах (11-66,7%) [95,129,202].

Исследователи, изучавшие появление пролиферативных изменений у пациентов с ОТГ, выявили значительную разницу в частоте ПВР между группой раннего хирургического вмешательства (2-4-й дни, 6,7%) и группой позднего хирургического вмешательства (10-14-й дни, 66,7%), что также сопоставимо с полученными нами результатами [202].

Таким образом, наше исследование демонстрирует, что частота ПВР снижается при проведении ранней витрэктомии. Полученные данные согласуются с известными исследованиями [134,140,202], однако стоит подчеркнуть, что имеющиеся научные работы оценивают частоту развития ПВР у пациентов после ОТГ, либо после всех видов глазной травмы в целом, не выделяя тяжелые контузионные повреждения глаза в отдельную группу.

Рецидив ОС в основной группе был выявлен в 2-х (4,7%) случаях после удаления силиконового масла. В первом случае в срок 1 месяц после удаления

масла и во втором случае после тампонады витреальной полости газовой смесью через 1 месяц после витрэктомии, что было связано с наличием неблокированного разрыва сетчатки в нижнем секторе.

У пациентов 1-й контрольной группы рецидив отслойки диагностирован в 4-х (12,9%) случаях, которые связаны с прогрессированием ПВР.

Во 2-й контрольной группе рецидив отслойки отмечен в 7-ми (20,5%) случаях и у всех пациентов так же связан с прогрессированием ПВР.

При анализе данного осложнения обращает на себя внимание высокая частота рецидива ОС в контрольных группах в соотношении с основной группой. И в большинстве случаев случившегося ОС причиной являлась ПВР. Частота рецидивов в основной группе достоверно ниже, чем в группе сравнения 1 (4,7% против 12,9%, $p < 0,05$) и в группе сравнения 2 (4,7% против 20,5%, $p < 0,05$). Таким образом, по частоте рецидивов ОС разработанная методика имеет преимущество перед отсроченным подходом.

Обращая внимание на данные литературы, мы видим, что полученные нами результаты согласуются с некоторыми исследованиями, где авторы делают вывод о том, что развитие ПВР у большей части пациентов является основной причиной рецидива ОС [67,114,166].

Развитие ЭРМ отмечено у 1 пациента из основной группы через 4 месяца после витрэктомии. В группе контроля 1 данное осложнение выявлено в 1-м случае в срок 3-4 месяца после травмы. В группе контроля 2 ЭРМ обнаружена у 4-х человек в срок от 3 до 6 месяцев.

До сих пор ведутся споры относительно субстрата развития и качественного состава ЭРМ. Однако известно, что развитие ЭРМ связывают с клеточной пролиферацией вдоль поверхности сетчатки, в конечном итоге которые переходят в миофибробластоподобные. Учитывая патофизиологические основы развития данного процесса, ЭРМ можно отнести к частному виду ПВР. Всем пациентам произведен мембранопилинг в отсроченном периоде.

Резюмируя вышеописанное, можно говорить о том, что результаты сравнительного анализа послеоперационных осложнений показывают, что уровень этих осложнений в раннем периоде у пациентов основной группы находится примерно на одном уровне с показателями контрольных групп. Следует подчеркнуть, что категории осложнений не несут серьезных последствий и рутинное хирургическое вмешательство, либо консервативные методы лечения позволяют справиться с ранними послеоперационными осложнениями.

В позднем послеоперационном периоде в основной группе отмечалось статистически значимое снижение количества осложнений по сравнению с группами контроля на 28,5-46,0% ($p < 0,05$).

Наблюдавшийся в основной группе уровень осложнений сопоставим с данными, полученными при обзоре литературы, что является подтверждением безопасности предлагаемой методики.

Анализируя в целом представленные результаты, следует заключить, что разработанный подход к витрэктомии в ранний срок у пациентов с тяжелой ЗТГ с гемофтальмом характеризуется более высоким (по сравнению с отсроченной витрэктомией) уровнем клинической эффективности и безопасности, что подтверждается следующими основными положениями:

- ранняя витрэктомия, проведенная до 7 суток ассоциируется с наилучшей конечной МКОЗ со снижением риска наличия ПВР и ОС;
- позднее хирургическое вмешательство сопряжено с большей травматичностью проведения операции с использованием ретинэктомии;
- результаты лечения ухудшались в группах с отсроченной витрэктомией, где она применялась в срок более 7 суток;
- в группе пациентов с витрэктомией через более 14 суток наблюдалось наибольшее число случаев с ПВР и были получены наихудшие результаты МКОЗ;

- в основной группе достоверно снижается - на 28,5-46,0% ($p < 0,05$) вероятность возникновения частоты отдалённых послеоперационных осложнений, которые напрямую влияют на функциональный результат лечения;

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Травматические повреждения глаза занимают одну из ведущих позиций среди основных причин слабовидения и полной потери зрения в структуре общей инвалидности (22,8%), характеризуются разнообразием клинических проявлений, исходов и представляют особый интерес для специалистов. По данным литературы, ежегодно регистрируется около 55 миллионов травм глаз, из них 1,6 миллиона случаев приводят к полной потере зрения [46,100,102]. Стоит отметить, что в более чем в половине случаев, причиной инвалидности по зрению является закрытая травма глаза (ЗТГ) [11,17,43,142].

Во многих исследованиях выявлено, что большинство пациентов, подверженных травматическому поражению глаза, мужчины трудоспособного возраста [90,91,141,142]. При этом на анатомические и функциональные результаты хирургического лечения ЗТГ влияет ряд факторов, основными из которых считаются степень повреждения внутриглазных структур, время обращения пациента за офтальмологической помощью после травмы, сроки и объем её проведения [5,17,30].

Важно отметить, что возникновение ЗТГ (с учетом повреждения всех отделов глазного яблока) характеризуется широким спектром проявлений, несвоевременное выявление и лечение которых влечет за собой необратимые посттравматические осложнения [17,55,151,204].

Проведенный анализ литературных данных указывает, что основные причины, приводящие к неудовлетворительному исходу лечения, связаны с наличием повреждений внутриглазных структур в заднем отрезке глаза, которые провоцируют развитие пролиферативной витреоретинопатии (ПВР), возникновение которой сокращает шансы на благоприятный исход [42,69,92,97,138].

Являясь одной из стадий рубцевания, направленной на заживление повреждения, развитие ПВР считается существенной проблемой в лечении

пациентов после тяжелой травмы глаза, частота её составляет от 10% до 40% в зависимости от типа травмы [138,156]. Одним из основных факторов стимула пролиферации является выход пигментного эпителия в витреальную полость и его взаимодействие с тканью стекловидного тела [115,157]. Кроме того, немаловажную роль в прогрессировании посттравматических осложнений отводится возникновению гемофтальма. В частности, установлено, что при тяжелой ЗТГ гемофтальм встречается в 55-63% и представляет собой основу для пролиферативных процессов и отслойки сетчатки (ОС) [8,43,140]. Возникновение при травме форменных элементов и плазмы крови в полости стекловидного тела стимулирует пролиферацию пигментного эпителия и глиальных клеток. Известно, что травматическая ОС чаще всего встречается после ЗТГ (около 70-91% случаев) и является основой для развития ПВР [46,113,158].

Необходимо особо отметить, что в настоящее время вопрос относительно целесообразности и сроков витреального вмешательства при тяжелой ЗТГ остается дискуссионным. При этом предлагаемые оптимальные сроки для выполнения витрэктомии после травмы глаза значительно варьируют в пределах до 3-х дней [107], в течение 4-х дней [79,123,124], 4-10 дней [140], 7-14 дней [68,198] и до 15-30 дней [87,120]. Важно подчеркнуть практически отсутствие (по данным литературы) сравнительных исследований клинической эффективности проведения витреоретинального вмешательства в различных сроки у пациентов с тяжелой ЗТГ. Наряду с этим, следует отметить, что некоторые авторы предлагают отсроченный подход к проведению витрэктомии при ЗТГ, обосновывая данное положение более высокой вероятностью развития интраоперационных осложнений по сравнению с послеоперационными [87,120]. Таким образом, на современном этапе развития офтальмотравматологии определение оптимальных сроков проведения витрэктомии пациентам с ЗТГ представляется актуальной проблемой и требует дальнейшего изучения.

Это послужило причиной для постановки цели данного исследования: сравнительная оценка клинической эффективности проведения субтотальной

витрэктомии у пациентов в различные сроки после тяжелой закрытой травмы глаза с гемофтальмом.

Клиническое исследование проводилось на базе ГАУЗ СО ЦГКБ №23 (г. Екатеринбург) в период январь 2019 - июль 2023 г.г. В исследование были включены пациенты, получавшие лечение с контузионной травмой глаза (с тяжелой ЗТГ типа А с наличием гемофтальма) в анамнезе не более 2-х месяцев до обращения за медицинской помощью (по Бирмингемской классификации (1998 г.) и по классификации травмы глаза по степени тяжести Волкова В.В. с соавт., 2005 г.).

Критериями исключения пациентов из исследования были:

- тяжелые контузии с выраженным отеком роговицы,
- вывих хрусталика/ИОЛ без наличия гемофтальма,
- субконъюнктивальные разрывы склеры,
- отсутствие светоощущения на травмированном глазу,
- контузия сетчатки и/или субретинальное кровоизлияние в макулярной области сетчатки,
- глаукома,
- ранее травмированный глаз.

Всего в исследование было включено 107 пациентов (107 глаз), в лечении которых использовалась субтотальная 3х-портовая 25G-витрэктомия. Возраст пациентов варьировал от 19 до 73 лет (средний возраст $46,5 \pm 13,3$ лет), мужчин – 97 (88,7%), женщин – 12 (11,2%).

В зависимости от сроков проводимого хирургического лечения пациенты были разделены на три группы – основную и 2 контрольных.

Основная группа - 42 глаза, метод лечения - субтотальная трехпортовая 25G-витрэктомия проведена в сроки до 7 суток после получения травмы. Средний

возраст группы составлял $47,4 \pm 14,0$; здесь и далее $M \pm SD$, среди них 5 женщин (11,9%) и 37 мужчин (88,1%).

Группа контроля 1 - 31 глаз, субтотальная трехпортовая 25G-витрэктомия проведена в сроки 7-14 суток после травмы. Средний возраст группы составлял $45,6 \pm 14,4$ года, женщин - 4 (12,9%), мужчин - 27 (87,1%).

Группа контроля 2 - 34 глаза, субтотальная трехпортовая 25G-витрэктомия проведена в сроки более 14 суток после травмы. Средний возраст группы составлял $46,2 \pm 11,6$ года, женщин - 3 (8,8%), мужчин - 31 (91,2%)

Всем пациентам было выполнено комплексное обследование, включающее сбор анамнеза и жалоб, стандартные методы обследования включали: визометрию, автокератометрию, тонометрию, УЗ-сканирование в А- и В-режимах, офтальмоскопию с использованием бесконтактных высокодиптрийных линз для осмотра центральных и периферических отделов глазного дна. Из специальных методов обследования использована ОКТ (на аппарате «CIRRUS HD-OCT 5000», CarlZeiss, Германия).

Для определения стадии ПВР использовали классификацию, принятую Retina Society Terminology Committee (США) в 1983 г.

Срок наблюдения за пациентами составил 1, 3, 6 месяцев, в ходе которого измерялась МКОЗ, проводился детальный осмотр глазного дна для обнаружения признаков пролиферативных изменений, В-сканирование, оценивалась анатомическая стабильность глазного яблока.

У всех пациентов при поступлении в стационар острота зрения была низкой после получения травмы, МКОЗ варьировала от светоощущения с неправильной светопроекцией (gr. incertae) до 0,05, $p > 0,05$.

Средний уровень дооперационного ВГД в исследуемых группах пациентов не превышал 18,6 мм. рт. ст. и статистически значимых различий между группами не выявлено ($p > 0,05$).

Анализировались клинические проявления травмы у пациентов всех групп. Полученные данные о разнообразии клинических проявлений, выявленные у пациентов разных групп, говорят о полиморфизме тяжелой контузионной травмы и согласуются с данными литературы [86,136].

В целом в исследуемых группах наиболее часто встречались следующие повреждения переднего отрезка глаза: повреждения радужки 72,9%, подвывих хрусталика 57,9%, гифема 41,1%.

Важной характеристикой состояния витреальной полости и сетчатки после травмы являлось наличие или отсутствие признаков ПВР.

Несмотря на развитие современных методов обследования и применение высокотехнологичного оборудования в диагностике глазной патологии, стадию ПВР при наличии гемофтальма в некоторых случаях удавалось установить только после восстановления прозрачности стекловидного тела, либо интраоперационно. Таким образом, определить стадию ПВР при первом осмотре было затруднительно.

В основной группе выявлено 2 случая ПВР в виде гранул пигмента в витреальной полости, завернутых краев разрыва сетчатки и складчатости сетчатки, что составляет 4,7% исследуемых внутри группы. В контрольной группе 1 пролиферативные изменения зарегистрированы в 51,4 % случаев. Во 2-й контрольной группе 82,3% пациентов имели признаки ПВР. Таким образом, частота ПВР при поступлении больных в стационар в основной группе в сравнении с группами контроля 1 и 2 ниже на 46,7% и 77,6% соответственно, что подчеркивает влияние времени после травмы на развитие пролиферативных изменений внутри глаза.

Обращает на себя внимание не только высокая частота встречаемости ПВР в контрольных группах в сравнении с основной, но и количество далекозашедших стадий (D), которые особенно преобладают у пациентов в контрольной группе 2 с наиболее поздним сроком проведения витрэктомии после травмы, $p < 0,05$.

В целом, в исследуемых группах основными посттравматическими проявлениями повреждения заднего отрезка были: гемофтальм - 100%, отслойка сетчатки - 48,6%, наличие ПВР - 42,0%.

Результаты сравнительной оценки частоты проведения различных видов операций во время выполнения витрэктомии у пациентов разных групп показали, что в основной группе выявлено достоверное снижение применения ретинэктомии на 6,4% в сравнении с контрольной группой 1, на 26,4% в сравнении с контрольной группой 2 ($p < 0,05$), что свидетельствует о меньшей травматичности операции у пациентов в основной группе с ранним применением субтотальной витрэктомии.

Результаты сравнительной оценки МКОЗ в течение 6-и месяцев после витрэктомии свидетельствуют, что во всех группах пациентов после проведения витрэктомии отмечается существенное, статистически значимое повышение МКОЗ через 6 месяцев после травмы ($p < 0,001$). Улучшение остроты зрения происходило постепенно с течением времени во всех группах. Кроме того, МКОЗ в послеоперационном периоде через 6 месяцев у пациентов в основной группе была статистически более высокой - $0,33 \pm 0,27$, чем у пациентов контрольной группы 1 - $0,21 \pm 0,17$ и контрольной группы 2 - $0,16 \pm 0,14$, ($p < 0,05$), что подтверждает эффективность предложенной методики.

Сопоставляя представленные результаты с данными литературы, следует отметить, что He K. et al. (2020) в своё исследование включили 53 пациента с ОТГ, которых разделили на 2 группы: 1 – группа с применением ранней витрэктомии (в течение 4 дней) и 2 – группа с поздней витрэктомией (через 10-14 дней после травмы). Было установлено, что проведение витрэктомии в первые 4 дня после травмы сопровождалось лучшими показателями МКОЗ ($p = 0,041$). Хирургическое вмешательство, проведенное через 10-14 дней после травмы, было связано с более высокой частотой ПВР ($p = 0,054$) и рецидивов ОС ($p = 0,001$).

Wu X.Y. (2015) и Lu J.Q. (2016) рандомизировали участников на группу ранней витрэктомии (в течение 3-х дней) и группу отсроченной (1-2 недели).

Полученные данные свидетельствуют, что в ранней группе наблюдалась значительно лучшая МКОЗ ($p < 0,05$) и меньший уровень послеоперационных осложнений ($p < 0,05$).

Результаты сравнительной оценки применения тампонирующих витреальную полость веществ у пациентов свидетельствуют о снижении применения силиконового масла в ОГ на 10,9% ($p < 0,05$) в сравнении с КГ-1 и на 42,5% ($p < 0,05$) в сравнении с КГ-2, что, в свою очередь, снижает частоту повторных вмешательств для его удаления. Важно также подчеркнуть, что в КГ-2 в сравнении с ОГ использование газовой смеси было возможным только в 3-х случаях (8,8% против 28,5%, $p < 0,05$). Следует отметить, что в ОГ в 9-и случаях газ введен пациентам, у которых был обнаружен разрыв сетчатки без отслойки. В КГ-1 - в 2-х случаях, в КГ-2 - в 1-м случае. Полученные данные свидетельствуют о повышении вероятности развития ОС через 7 суток после травмы, что связано с тракционным воздействием на края разрыва сетчатки со стороны волокон стекловидного тела. В процентном соотношении вероятность обнаружения разрыва без ОС в раннем периоде (до 7 суток) составляет на 15,0% выше при сравнении с КГ-1 (7-14 суток) и на 18,5% в сравнении с КГ-2 (более 14 суток), что в целом свидетельствует о практической целесообразности проведения ранней витрэктомии с целью действенной профилактики развития ОС.

При комплексном анализе результатов были выявлены статистически значимые взаимосвязи между временем проведения витрэктомии после травмы и наличием гифемы ($r_s = -0,417$). Выявлена умеренной силы прямая связь с наличием отслойки сетчатки ($r_s = 0,512$) и заметная корреляционная связь с ПВР ($r_s = 0,687$) и стадией ПВР ($r_s = 0,699$). Кроме того, при проведении корреляционного анализа была выявлена прямая умеренная связь сроков проведения витрэктомии после тяжелой ЗТГ с тампонадой витреальной полости силиконовым маслом ($r_s = 0,504$). Установлена умеренной силы обратная корреляционная связь с МКОЗ через 6 месяцев после операции ($r_s = -0,508$).

В процессе оперативного вмешательства в качестве интраоперационного осложнения отмечалось кровотечение из сосудов сетчатки, случившееся в 2-х случаях (4,7%) в основной группе, у 2-х пациентов (6,4%) в группе контроля 1 и в 1-м (2,9%) случае в группе контроля 2. Достоверных различий между группами не выявлено ($p>0,05$).

Общее количество ранних послеоперационных осложнений в основной группе выявлено в 42,8%, в группе контроля 1 - в 48,3%, в группе контроля 2 - в 44,1%.

При проведении сравнительного анализа осложнений раннего послеоперационного периода в исследуемых группах статистически значимых различий выявлено не было ($p>0,05$).

Поздние послеоперационные осложнения выявлены в основной группе в 33,1% случаев, в группе контроля 1 - в 61,6%, в группе контроля 2 - в 79,1% случаев.

В позднем послеоперационном периоде в основной группе отмечалось статистически значимое снижение количества осложнений по сравнению с контрольными группами на 28,5-46,0% ($p<0,05$).

Анализируя в целом представленные результаты, следует заключить, что разработанный подход к проведению у пациентов с тяжелой ЗТГ с гемофтальмом витрэктомии в ранний срок характеризуется более высоким (по сравнению с отсроченной витрэктомией) уровнем клинической эффективности и безопасности, что подтверждается следующими основными положениями:

- ранняя витрэктомия ассоциируется с наилучшей конечной МКОЗ и снижением риска наличия ПВР и ОС;
- позднее хирургическое вмешательство сопряжено с большей травматичностью проведения операции с использованием ретинэктомии;
- результаты лечения ухудшались в группах с отсроченной витрэктомией (в срок более 7-и суток);

- в группе пациентов с витрэктомией более 14-и суток наблюдалось наибольшее число случаев с ПВР и были получены наихудшие результаты МКОЗ;
- в основной группе достоверно (на 28,5-46,0%, $p < 0,05$) снижается вероятность возникновения частоты отдалённых послеоперационных осложнений, которые существенно влияют на функциональный результат лечения;

Таким образом, проведение ранней витрэктомии у пациентов с тяжелой ЗТГ с гемофтальмом обеспечивает (по сравнению с отсроченными методиками) более высокий уровень безопасности и клинической эффективности вследствие меньшего проявления признаков ПВР у пациентов. Практическое внедрение предлагаемой технологии в клиническую практику обеспечит повышение уровня оказания офтальмологической помощи пациентам с тяжелой ЗТГ с гемофтальмом.

Таким образом, в данной работе были проанализированы клинические проявления тяжелой ЗТГ, частота и степень выраженности ПВР. Предложен метод хирургического лечения, включающий применение витрэктомии в ранний срок после травмы (до 7 суток). Проведена сравнительная оценка функциональных исходов лечения пациентов с применением ранней витрэктомии с альтернативными отсроченными периодами вмешательства. На основании проведенного анализа полученных данных доказана эффективность и безопасность предложенного метода хирургического лечения пациентов с тяжелой ЗТГ с гемофтальмом.

ВЫВОДЫ

1. Результаты сравнительной оценки частоты встречаемости ПВР после закрытой травмы глаза (ЗТГ) с гемофтальмом свидетельствуют, что проведение ранней (до 7-и суток, пациенты основной группы) витрэктомии обеспечивает существенное, статистически значимое снижение (на 46,7-77,6%, $p < 0,001$) частоты возникновения пролиферативной витреоретинопатии (ПВР) по сравнению с более поздними сроками проведения витрэктомии (7-14 сутки, контрольная группа - 1; более 14-и суток, контрольная группа - 2, соответственно).

2. Результаты сравнительной оценки свидетельствуют о существенно более высоком уровне безопасности проведения ранней (до 7-и суток) витрэктомии пациентам с ЗТГ с гемофтальмом, что подтверждается статистически значимым снижением (на 28,5-46,0%, $p < 0,05$) частоты возникновения послеоперационных осложнений у пациентов основной группы по сравнению группами контроля. При этом существенных различий в частоте возникновения интраоперационных осложнений в исследуемых группах не выявлено ($p > 0,05$).

3. Проведение ранней (до 7-и суток) витрэктомии пациентам с ЗТГ с гемофтальмом сопровождается (по сравнению с 7-14 и более 14-и суток) существенно более высокой клинической эффективностью, характеризующейся достижением (через 6 месяцев) МКОЗ $0,33 \pm 0,27$ по сравнению с $0,21 \pm 0,17$ и $0,16 \pm 0,14$ ($p < 0,05$) соответственно.

4. Проведение ранней (до 7-и суток) витрэктомии пациентам с тяжелой ЗТГ с гемофтальмом характеризуется (по сравнению с 7-14 и более 14-и суток) существенно более низким уровнем травматичности оперативного вмешательства, что подтверждается (по сравнению с группами контроля 1 и 2) снижением частоты проведения ретинэктомии (на 6,45; 26,4%, $p < 0,05$) и применения силиконовой тампонады (на 10,9-42,6%, $p < 0,05$).

5. Определены у пациентов с тяжелой ЗТГ с гемофтальмом статистически достоверные ($p < 0,05$) корреляционные связи сроков проведения витрэктомии с ПВР ($r_s = 0,687$), стадиями ПВР ($r_s = 0,699$), величиной МКОЗ ($r_s = - 0,508$), отслойкой сетчатки ($r_s = 0,512$), частотой тампонады силиконовым маслом ($r_s = 0,504$) и наличием гифемы ($r_s = - 0,417$), что в целом позволяет рассматривать изложенные показатели с позиции прогностических критериев клинической эффективности хирургического лечения данного контингента пациентов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Проведение витрэктомии пациентам с тяжелой ЗТГ с гемофтальмом целесообразно выполнять в ранние (до 7-и суток после травмы) сроки, что обеспечивает снижение вероятности развития пролиферативных изменений (в стекловидном теле и на сетчатке), отслойки сетчатки, травматичности хирургического вмешательства, а также является действенной профилактикой отдаленных послеоперационных осложнений.

2. При стандартном офтальмологическом обследовании пациентов с тяжелой ЗТГ с гемофтальмом детальная оценка состояния сетчатки затруднена ввиду недостаточной прозрачности стекловидного тела, экранирующего действия внутриглазного кровоизлияния, поэтому повреждения структур заднего отрезка в предоперационном периоде могут быть не выявлены. В этих случаях при определении тактики хирургического вмешательства (в срок более 7-и суток после травмы) следует учитывать возможность интраоперационного выявления отслойки сетчатки и признаков пролиферативной витреоретинопатии (с вероятностью до 48,3% и 82,3% соответственно).

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВГД – внутриглазное давление

ЗГМ – задняя галоидная мембрана

ЗТГ – закрытая травма глаза

ДЗН – диск зрительного нерва

ИОЛ – интраокулярная линза

МКОЗ – максимально скорректированная острота зрения

ОС – отслойка сетчатки

ОТГ – открытая травма глаза

ПВР – пролиферативная витреоретинопатия

ПК – передняя камера глаза

ПФОС – перфторорганическое соединение

ЭЛК – эндолазеркоагуляция

ЭРМ – эпиретинальная мембрана

ФЭК – факоэмульсификация катаракты

p – уровень достоверности

r_s – коэффициент корреляции Спирмена

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анджелова, Д.В. Современные подходы к лечению гемофтальма / Д.В. Анджелова // Офтальмология. - 2012. – Т.9, №2. – С.8-10.
2. Аринова, Г.П. Клинико-статистический анализ травм глаза / Г.П. Аринова // Медицина и экология. - 2010. – Т.55, № 2. - С.125-126.
3. Асатрян, С.В. Структурно-функциональные особенности авитреального глаза / С.В. Асатрян, А.Р. Салихова // Вестник офтальмологии. - 2016. - Т.132, №6. – С.117-122.
4. Бикбов, М. М. Щадящие методы витреоретинальной хирургии в лечении открытых осколочных травм заднего отдела глаза / М.М. Бикбов [и др.] // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2007. - №12. - С.31-34.
5. Богатырева, И.В. Состояние и динамика травматизма органа зрения в Удмуртской республике/ И.В. Богатырева [и др.] // Социальные аспекты здоровья населения. - 2011. - Т.21, №5. - С.16.
6. Бойко, Э.В. Методы клинического применения рекомбинантной проурокиназы в офтальмологической практике / Э.В. Бойко [и др.] // РМЖ. Клиническая офтальмология. - 2017. - Т.17, №2- С.118-129.
7. Бойко, Э.В. Интравитреальные инъекции: теория и практика / Э.В. Бойко [и др.] // Офтальмологические ведомости. - 2010. - Т.3, № 2. - С.28-35.
8. Болквадзе, Е.Р. Гемаза в лечении внутриглазных травматических кровоизлияний: дисс... канд. мед. наук / Е.Р. Болквадзе - М., 2012. - 135 с.
9. Волков, В.В. Гемофтальм / А.В. Данилов, Е.Г. Рапис // Ленинград: Медицина. - 1990. - 62 с.
10. Волков, В.В. Закрытая травма глаза (понятие, распространённость, эпидемиология, этиопатогенез, госпитализация, диагностика, классификация) / В.В. Волков, Э.В. Бойко, М.М. Шишкин [и др.] // Офтальмохирургия. – 2005. – № 1. – С.13–17.

11. Волков, В.В. Открытая травма глаза / В. В. Волков // СПб.: ВМедА. - 2016. - 280 с.
12. Волков, В.В. Современная боевая травма глаз и принципы оказания специализированной офтальмологической помощи пострадавшим / В. В. Волков // Вестн. офтальмологии. – 2006. – №1. – С. 16–22.
13. Громакина Е.В. Открытая травма глаза у детей: эпидемиология, предикторы неблагоприятного течения и исхода / Е.В. Громакина [и др.] // Фундаментальная и клиническая медицина. – 2021. –Т.6, №4. – С.132-141.
14. 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.
15. Гундорова, Р.А. Клинический атлас травмы глаза / Р.А. Гундорова, В.В. Кашников, В.В. Нероев // Новосибирск: СО РАМН. - 2005. - 179 с.
16. Гундорова, Р.А. Современная офтальмотравматология / Р. А. Гундорова, А. В. Степанов, Н. Ф. Курбанова// М.: ОАО «Изд-во «Медицина». - 2007. — 256 с.
17. Гундорова, Р.А. Травмы глаза / Р.А. Гундорова, В.В. Нероев, В.В. Кашников // М.: ГЕОТАР-Медиа. - 2014. - 560 с.
18. Даниличев, В.Ф. Современная офтальмология. Руководство. – 2-е изд., перераб. и доп / В.Ф. Даниличев // СПб.: Питер. - 2009. – 688 с.
19. Дегтярева, Е.М. ИАГ-лазерное лечение травматического гемофтальма / Е.М. Дегтярева // Офтальмохирургия. – 2007. – № 2. – С.33-36.
20. Дикинов, З.Х. Динамика показателей клеточного иммунитета при посттравматическом увеите / З.Х. Дикинов, М.Т. Абидов // Иммунопатология, аллергология, инфектология. – 2013. – № 4. – С.62–64.
21. Егоров, Е.А. Межнациональное руководство по глаукоме. Клиника глаукомы / Е.А. Егоров. - М.: Офтальмология. - 2019. - 115 с.

22. Ермаков, А.А. Структура глазного травматизма в крупном промышленном городе / А.А. Ермаков // Вестник Совета молодых ученых и специалистов Челябинской области. - 2014. - Т.3, №3. - С.9-11.
23. Захарова, Г.П. Особенности морфологии иммунного воспаления у пациентов с длительным течением посттравматического увеита / Г.П. Захарова, И.А. Филатова, В.О. Денисюк // Российский офтальмологический журнал. – 2020. – Т.13, №2. – С.18-22.
24. Зеленцов, С.Н. Изучение патофизиологических механизмов нарушения гидродинамики глаза при его контузионной травме / С.Н. Зеленцов // Материалы I Евро-Азиатской конференции по офтальмохирургии. – Екатеринбург. - 2001. – С.203.
25. Иванов, А.Н. YAG - лазерное лечение травматического гемофтальма / А.Н. Иванов, Е.М. Дегтярева // Приволжский научный вестник. - 2015. – Т.45, № 5. – С.77-81.
26. Иванов, А.Н. Лечение гемофтальма ИАГ-лазерным воздействием под контролем УЗИ / А.Н. Иванов // Национальная ассоциация ученых. -2015. – Т.9, № 4. – С.63-66.
27. Казайкин, В.Н. Тампонада витреальной полости силиконовым маслом в комплексном лечении отслойки сетчатки: автореф. дисс. докт. мед. наук / В.Н. Казайкин. – М., 2009. – 40 с.
28. Канюков, В.Н. Субатрофия глазного яблока: проблема и пути решения / В.Н. Канюков, И.И. Каган, Ж.Х. Санеева // Оренбургский медицинский вестник. - 2015. –Т.12, №4. – С.16-18.
29. Капелюшникова, Н.И. Структура и характер травмы глазного яблока (по материалам ФГУ «МНИИ ГБ им. Гельмгольца Росздрава» с 2001 по 2006 г.) / Н.И. Капелюшникова // Федоровские чтения – 2007. Юбилейная науч. конф. молодых ученых: Сб. науч. статей. – М., 2007. – С. 390.

30. Каримова, Д.Ю. Организация медицинской помощи взрослому населению при производственных травмах органа зрения / Д.Ю. Каримова, С.В. Иванов, С.А. Лившиц // Саратовский научно-медицинский журнал. - 2014. - Т.10, №4. - С.715-719.
31. Касымов, Ф.О. Механическая травма органа зрения / Ф.О. Касымов [и др.] // Учебное пособие. – СПб.: Издательство ГБОУ ВПО СЗГМУ им. И.И. Мечникова. - 2015. – 52 с.
32. Касьянов, А.А. Особенности факохирургии в авитреальных глазах / А.А. Касьянов, Е.Ю. Виноградова // Вестник офтальмологии. – 2020. – Т.136, №5. – С.301-307.
33. Касьянов, А.А. Расчет оптической силы интраокулярной линзы у пациентов с силиконовой тампонадой / А.А. Касьянов [и др.] // Вестник офтальмологии. - 2015. - Т.131, №5. - С.26–31.
34. Кашников, В.В. Контузионная травма глаза/ В.В. Кашников // Новосибирск: Издательство «Ли Вест», 2007. – 192 с.
35. Кириллов, Ю.А. Экспертиза и инвалидность в офтальмологии / Ю.А. Кириллов, М.И. Разумовский // Современная офтальмология. — СПб., 2000. — С. 570 — 600.
36. 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.
37. Кочергин, С.А. Судебно-медицинские критерии оценки тяжести вреда здоровью при повреждениях органа зрения: дисс. докт. мед. наук. // С.А. Кочергин. – М., 2001. - 197 с.
38. Кочмала, О.Б. Посттравматические пролиферативные процессы в глазу их патогенетические аспекты и хирургическое лечение (экспериментально-

клиническое исследование): автореф. дисс. докт. мед. наук / О.Б. Кочмала.- Красноярск, 2011. – 46 с.

39. Кривошеина, О.И. Мононуклеары и цитокины как индукторы пролиферативной витреоретинопатии / О.И. Кривошеина, И.В. Запускалов, Ю.И. Хороших // Современные технологии лечения витреоретинальной патологии: сб. науч. статей. - М., 2008. - С.171-176.

40. Кузнецов, С.Л. Эпидемиология обращаемости больных с травмами и острыми заболеваниями глаз и придаточного аппарата по данным кабинета неотложной офтальмологической помощи ГБУЗ «Пензенская областная офтальмологическая больница» / С.Л. Кузнецов [и др.] // Вестник Тамбовского университета. - 2016. - Т.21, №4. - С.1597-1606.

41. Куликов, А.Н. Биометрия и силиконовая тампонада витреальной полости глаза. Обзор / А.Н. Куликов, Е.В. Даниленко, А.Р. Кузнецов // Офтальмология. - 2021. - Т.18, №4. - С.769-777.

42. Куликов, А.Н. Структура, особенности и исходы современной боевой травмы глаза в ходе вооруженных конфликтов с мировым терроризмом/ А.Н. Куликов, [и др.] // Вестник Российской Военно-медицинской академии. - 2019. - Т5, №65. - С.310-313.

43. Либман, Е.С. Комплексная характеристика инвалидности вследствие офтальмопатологии в Российской Федерации / Е.С. Либман, Э.В. Калеева, Д.П. Рязанов // IX Всероссийская научно-практическая конференция «Федоровские чтения». - М., 2011.

44. Либман, Е.С. Слепота и инвалидность вследствие патологии органа зрения в России / Е.С. Либман, Е.В. Шахова // Вестник офтальмологии. - 2006. - №1. - С.35-37.

45. Малышев, А.В. Влияние оперативного лечения гемофтальма на состояние процессов свободнорадикального окисления и антиоксидантной защиты у

пациентов, не страдающих сахарным диабетом / А.В. Малышев [и др.] // Кубанский научный медицинский вестник. - 2014. - №1.

46. Маркевич, В.Ю. Хирургическое лечение посконтузионных отслоек сетчатки / В.Ю. Маркевич, Т.А. Имшенецкая, О.А. Ярмач // Российская детская офтальмология. – 2016. – №1. – С.34–38

47. Мошетова, Л.К. Офтальмология: клинические рекомендации / Алябьева Ж. Ю. , Астахов Ю. С. , Волобуева Т. М. и др. Под ред. Л.К. Мошетовой, А.П. Нестерова, Е.А. Егорова. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009. - 352 с.

48. Мошетова, Л.К. Клинико-морфологическая характеристика криминальной травмы в условиях крупного города по данным офтальмотравматологического центра / Л.К. Мошетова [и др.] // Клиника и лечение повреждений глаз при экстремальных и криминальных ситуациях – МНИИ ГБ им. Гельмгольца. – 1993. – С.23-24.

49. Нероев, В.В. Федеральные клинические рекомендации «Травма глаза закрытая»/ В.В. Нероев, Л.А. Катаргина// М.: Общероссийская общественная организация «Ассоциация врачей-офтальмологов». - 2017 г. - 29 с.

50. Паштаев, Н.П. Хирургия подвывихнутого и вывихнутого в стекловидное тело хрусталика / Н. П. Паштаев. – Чебоксары: ГОУ ИУВ. – 2006.

51. Петраевский, А.В. Анализ глазного травматизма взрослого населения волгоградской области за 2013—2015 гг. / А.В. Петраевский // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. -2016. Т. 4, №60. - С.78-81.

52. Петропавловская, Г.А. Классификация контузионных поражений глаз / Г. А. Петропавловская // Травмы глаз. – М., 1970. – С.101–104.

53. Сахарова, С.В. Эпидемиологические особенности глазного травматизма среди госпитальной травмы в Тюменской области за десять лет / С.В. Сахарова, Л.В. Климина, А.А. Бесфатер // Университетская медицина Урала. - 2018. - № 3. - С.33-35.

54. Севостьянов, А.Е. Структура глазного травматизма по Рязанской области за 3 года / А.Е. Севостьянов, А.А. Федотов, Ю.В. Соколов // IX Российский общенациональный офтальмологический форум. Сборник научных трудов научно-практической конференции с международным участием. - 2016. - Т.1. - С.70-73.
55. Служко, Е.Л. Контузии органа зрения / Е.Л. Служко // Астраханский вестник экологического образования. - 2015. - №1. - С.31.
56. Соболев, Н.П. Вторичная посттравматическая аниридная глаукома: патогенез и методы лечения / Н.П. Соболев [и др.] // Клиническая офтальмология. - 2021. - Т.21, №4. - С.235-240.
57. Соболев, Н.П. Клинико-морфологические особенности иридоцилиарной зоны при вторичной посттравматической аниридной глаукоме / Н.П. Соболев [и др.] // Офтальмохирургия. - 2015. - №4. - С.17–21.
58. Собянин, Н.А. Эффективность и безопасность интравитреального введения гемазы у пациентов с посттравматическим гемофтальмом / Н.А. Собянин [и др.] // РМЖ. Клиническая офтальмология. - 2013. – Т.14, №1. – С.12-13.
59. Сомов, Е.Е. Тупые травмы органа зрения / Е.Е. Сомов, А.Ю. Кутуков // М.: МЕДпресс-информ, 2009., Травма глаза: пер. с англ. Дж. Т. Банта. – М.: Мед. Лит., 2013. – 256 с.
60. Сосновский, С.В. Обоснование и разработка системы количественной оценки тяжести пролиферативной витреоретинопатии / С.В. Сосновский, Э.В. Бойко, Н.Н. Харитонов // Офтальмохирургия. – 2009. – №4. – С.73-78.
61. Степанов, А.В. Контузия глаза / А.В. Степанов, С.Н. Зеленцов // СПб.: Изд-во Левша. - 2005. - 101 с.
62. Травма глаза: пер. с англ. // Дж. Т. Банта. – М.: Мед. Лит., 2013. – 256 с.
63. Травмы глаза / под общ. ред. Р.А. Гундоровой, В.В. Нероева, В.В. Кашникова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. - 560 с.

64. Степанянц, А.Б. Открытая травма глазного яблока: структура, особенности диагностики и лечения / А.Б. Степанянц, Е.В. Бобыкин // Уральский медицинский журнал. - 2009. - №1. - С.80-83.
65. Харитонов, А.А. Факторы результативности профилактики травм органа зрения у взрослого населения / А.А. Харитонов, Д.Л. Мушников, А.В. Наумов // Здоровье и образование в XXI веке. - 2017. - №12. – С.28-34.
66. Хорошилова-Маслова, И.П. Мелфалан при лечении пролиферативной витреоретинопатии (экспериментальное исследование) / И.П. Хорошилова-Маслова [и др.] // Вестник офтальмологии. -2020. – Т.136, №4. – С.19-25.
67. Хорошилова-Маслова, И.П. Роль фибробластов в моделировании пролиферативной витреоретинопатии / И.П. Хорошилова-Маслова [и др.] // Вестник офтальмологии. – 2017. Т.133, №5. – С.410-415.
68. Ченцова, Е.В. Травма глаза закрытая: Клинические рекомендации / Е.В. Ченцова, И.Б. Алексеева, Э.В. Бойко [и др.] // М.: Общероссийская общественная организация «Ассоциация врачей-офтальмологов». - 2021. – 19 с.
69. Ченцова, Е.В. Эпидемиология современной закрытой травмы органа зрения по данным специализированного стационара/ Е.В. Ченцова, И.Б. Алексеева, А.Н. Иванов // Евразийский Союз Ученых. - 2020. - Т.70, №1. - С.46-49.
70. Шишкин, М.М. Передняя пролиферативная витреоретинопатия (патогенез, лечение, профилактика): Автореф. дис... д-ра мед. наук / М.М. Шишкин. – СПб. - 2000.- 51 с.
71. Эфендиев, Н.М. Коррекция перекисного окисления липидов стекловидного тела при кровоизлияниях / Н.М. Эфендиев, А.И. Джафаров, И.А. Заргали // Вестник офтальмологии. – 1988. – Т.104, №3. – С.67–69.
72. Abrams, G.W. Vitrectomy with silicone oil or longacting gas in eyes with severe proliferative vitreoretinopathy: results of additional and long-term follow-up. Silicone study report / G.W Abrams [et al.] // Arch Ophthalmol. - 1997. - Vol.115. - P.335–344.

73. Aghadoost, D. Ocular trauma: an overview / D. Aghadoost // Arch Trauma Res. - 2014. - Vol.3, №2. - P.21639.
74. Agrawal, R. Controversies in ocular trauma classification and management: review. / R. Agrawal [et al.] // Int Ophthalmol. - 2013. - Vol.33, №4. P.435-45.
75. Agrawal, R. Predictive factors for final outcome of severely traumatized eyes with no light perception / R. Agrawal, H.S. Wei, S. Teoh // BMC Ophthalmol. - 2012. - Vol.12. - P.16.
76. Agrawal, R. Prognostic factors for open globe injuries and correlation of ocular trauma score at a tertiary referral eye care centre in Singapore / R. Agrawal, H.S. Wei, S. Teoh // Indian J Ophthalmol. - 2013. - Vol.61, №9. - P.502-6.
77. Agrawal, R. Prognostic factors for vision outcome after surgical repair of open globe injuries / R. Agrawal [et al.] // Indian J Ophthalmol. - 2021. - Vol.59, №6. - P.465–470.
78. Ahn, S.J. Retinal Pigment Epithelium Sequelae Caused by Blunt Ocular Trauma: Incidence, Visual Outcome, and Associated Factors / S.J. Ahn [et al.] // Sci Rep. - 2017. - Vol.7, №1. - P.14184.
79. Akincioglu, D. Pars plana vitrectomy timing in deadly weapon-related open globe injuries / D. Akincioglu, M. Kucukevcilioglu, A.H. Durukan // Eye. - 2021. - Vol.35, №7. - P.2008–15.
80. Alliman, K.J. Ocular trauma and visual outcome secondary to paintball projectiles / K.J. Alliman [et al.] // Am J Ophthalmol. - 2009. - Vol.147, №2. P.239–242.
81. Al-Mahdi, H.S. Clinical pattern of pediatric ocular trauma in fast developing country / H.S. Al-Mahdi, A. Bener, S.P. Hashim // Int Emerg Nurs. - 2011. - Vol.19, №4. - P.186–191.

82. AlMahmoud, T. Epidemiology of eye injuries in a high-income developing country: An observational study / T. AlMahmoud [et al.] // *Medicine (Baltimore)*. - 2019. - Vol.98, № 26.- P.160-183.
83. American Academy of Ophthalmology, The Eye M.D. Association: Posterior Segment Manifestations of Trauma; in Basic and Clinical Science Course, section 12: Retina and Vitreous // *Leo*, - 2013– 2014.
84. Asaria, R.H. Proliferative vitreoretinopathy: developments in pathogenesis and treatment / R.H. Asaria, D.G. Charteris // *Compr Ophthalmol Update*. – 2006. – Vol.7, №4. – P.179-185.
85. Assi, A. Intraocular application of Mitomycin C to prevent proliferative vitreoretinopathy in perforating and severe intraocular foreign body injuries / A. Assi [et al.] // *Eye (Lond)*. - 2019. - Vol.33, №8. - P.1261-1270.
86. Ayalon, A. Posterior pole retinal tears following blunt ocular trauma / A. Ayalon, L. Okrent, A. Rubowitz // *Am J Ophthalmol Case Rep*. - 2020. - Vol. 29, №18. - P.100642.
87. Aylward, G. W. Vitreous management in penetrating trauma: primary repair and secondary intervention / G. W. Aylward // *Eye (Lond)*. – 2008. – Vol.22, №10. – P.1366–1369.
88. Bader, A. Ocular complications of antineoplastic therapies / A. Bader [et al.] // *Future Sci OA*. – 2023. –Vol.9, №7. – P.871.
89. Bartz-Schmidt, K.U. Primary vitrectomy for pseudophakic retinal detachment / K.U. Bartz-Schmidt, B. Kirchhof, K. Heimann // *Br J Ophthalmol*. -1996. - Vol.80. - P.346–349.
90. Beshay, N. The epidemiology of Open Globe Injuries presenting to a tertiary referral eye hospital in Australia / N. Beshay // *Injury*. – 2017. - Vol.48, №7. – P.1348-1354.

91. Bi, H. Clinical characteristics and surgical problems of ruptured globe injury / H. Bi [et al.] // *Curr Ther Res Clin Exp.* - 2013. - Vol.74. - P.16-21.
92. Blackford, B.G. Proliferative Vitreoretinopathy after combat ocular trauma in operation Iraqi Freedom and operation Enduring Freedom: 2001-2011 / B.G. Blackford [et al.] // *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina.* – 2020. - Vol.51, №10. – P.556-563.
93. Blanch, R.J. Visual Outcomes after blunt ocular trauma / R.J. Blanch [et al.] // *Ophthalmology.* - 2013. - Vol.120. - P.1588–1591.
94. Burstein, E.S. Traumatic ruptured globe eye injuries in a large urban center / E.S. Burstein, D.R. Lazzaro // *Clin Ophthalmol.* - 2013. Vol.7. - P.485-8.
95. Cardillo, J.A. An intravitreal biodegradable sustained release naproxen and 5-fluorouracil system for the treatment of experimental post-traumatic proliferative vitreoretinopathy / J. A. Cardillo [et al.] // *Br J Ophthalmol.* - 2004. - Vol. 88. - P.1201–1205.
96. Chang, C.H. Hospitalized eye injury in a large industrial city of South-Eastern Asia / C.H. Chang [et al.] // *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* - 2008. - Vol.246. - P.223–228.
97. Charteris, D.G. A randomised controlled trial of adjunctive triamcinolone acetonide in eyes undergoing vitreoretinal surgery for open globe trauma - the ASCOT study / D.G. Charteris [et al.] // *Health Technol Assess.* – 2023. - Vol.27, №12. – P.1-50.
98. Chauhan, M.Z. Outcomes of pars plana vitrectomy following ocular trauma at varying surgical time points / M.Z. Chauhan [et al.] // *Int J Retin Vit.* - 2022. - Vol.8. - P.49.
99. Chen, J. Characteristics of eye-related emergency visits and triage differences by nurses and ophthalmologists: Perspective from a single eye center in southern China / J. Chen [et al.] // *Front Med (Lausanne).* - 2023. - Vol.10:1091128.

100. Chen, X. A retrospective study of eyeball rupture in patients with or without orbital fracture / X. Chen [et al.] // *Medicine (Baltimore)*. - 2017. - Vol.96, №24. - P.7109.
101. Chiquet, C. Proliferative vitreoretinopathy: prophylactic treatment / C. Chiquet, F. Rouberol // *J Fr Ophtalmol*. – 2014. - Vol.37, №9. – P.737-743.
102. Choudhry, H.S. Epidemiology of Consumer-Product-Related Ocular Injuries in the Geriatric Population in the United States / H.S. Choudhry [et al.] // *Ophthalmol Ther*. - 2023. - Vol.13, №1. – P.367-384.
103. Cirovic, S. Computer modelling study of the mechanism of optic nerve injury in blunt trauma / S. Cirovic [et al.] // *Br J Ophthalmol*. - 2006. - Vol.90, №6. - P. 778-83.
104. Citirik, M. Alterations of the anterior lens capsule in vitrectomized eyes with silicone oil tamponade / M. Citirik [et al.] // *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. – 2012. - Vol.43, №5. – P.388-394.
105. Cole, C.J. Cataract extraction after retinal detachment repair by vitrectomy: visual outcome and complications / C.J. Cole, D.G. Charteris // *Eye*. - 2009. - P.1377-1381.
106. Coman Cernat, C.C. Silicone oil complications in vitreoretinal surgery / C.C. Coman Cernat [et al.] // *Rom J Ophthalmol*. – 2022. – Vol.66, № 4. – P.299-303.
107. Costa, E.P. Epidemiological profile and visual outcome of ocular trauma in a referral center in northeastern Brazil / E.P. Costa [et al.] // *Revista Brasileira Oftalmologia*. - 2019. - Vol.78, № 5. - P.310-314.
108. Cui, Y-H. Study on establishment and mechanics application of finite element model of bovine eye / Y-H Cui [et al.] // *BMC Ophthalmol*. - 2015. - Vol.15. - P.101.
109. Cunha-Vaz, J. Blood-retinal barrier / J. Cunha-Vaz, R. Bernardes, C. Lobo // *Eur J Ophthalmol*. – 2019. – Vol.21, №6. – P.3-9.
110. Dai, Y. Inflammatory mediators of proliferative vitreoretinopathy: hypothesis and review / Y. Dai, C. Dai, T. Sun // *Int Ophthalmol*. – 2020. – Vol.40, №6. - P.1587-1601.

111. De Juan, E. Jr. Timing of vitrectomy after penetrating ocular injuries / E.Jr. De Juan, P.Jr. Sternberg, R.G. Michels // *Ophthalmology*. - 1984. - Vol.91. - P.1072–1074.
112. El Chehab, H. Post-traumatic endophthalmitis / H. El Chehab, J.P. Renard, C. Dot // *J Fr Ophtalmol*. – 2016. – Vol.39, №1. – P.98-106.
113. Erdurman, C.F. Outcomes of vitreoretinal surgery in patients with closed-globe injury / C.F. Erdurman [et al.] // *Eur J Ophthalmol*. - 2011. - Vol.21. P.296–302.
114. Ersanli, D. Management of retinal detachment due to closed globe injury by pars plana vitrectomy with and without scleral buckling / D. Erslani [et al.] // *Retina*. - 2006. - Vol 26, №1. - P.32-6.
115. Ferro Desideri, L. Proliferative vitreoretinopathy: an update on the current and emerging treatment options / Ferro Desideri L [et al.] // *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. Published online. - 2023.
116. Fiorentzis, M. Traumatic Macular Hole / M. Fiorentzis, B. Seitz, A. Viestenz // *Klin Monbl Augenheilkd*. – 2019. – Vol. 236, №8. – P.990-998.
117. Flores-Sánchez, B.C. Safety profile and surgical outcomes of early vitrectomy in eyes with unexplained fundus-obscuring vitreous haemorrhage / B.C. Flores-Sánchez [et al.] // *Eye (Lond)*. – 2023. – Vol.37, №15. – P. 3191-3196.
118. Fujikawa, A. Visual outcomes and prognostic factors in injuries / A. Fujikawa [et al.] // *BMC Ophthalmol*. - 2018. - Vol.18. - P.138.
119. Gabbiani, G. Contractile events during inflammation / G. Gabbiani, M.C. Badonnel // *Agents Actions*. -1976. - Vol. 6. - P.277–280.
120. Ghoraba, H.H. Timing of pars plana vitrectomy in management of gunshot perforating eye injury: observational study / H.H. Ghoraba [et al.] // *J Ophthalmol*. – 2016. - P. 1487407.
121. Gise, R.A. Comparison of pediatric ocular injuries based on intention in patients admitted with trauma / R. Gise [et al.] // *BMC Ophthalmol*. - 2019. -Vol.19. - P.37, 196.

122. Graefe, A. Zwei von ratur der choroida / A. Graefe // Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. - 1854. - Vol. 1. - P.402
123. Han, L. The vitrectomy timing individualization system for ocular trauma (VTISOT) / L. Han [et al.] // Sci Rep. - 2019. - Vol.9, №1. - P.12612.
124. He, Y. Timing influence on outcomes of vitrectomy for open-globe injury: a prospective randomized comparative study / Y. He [et al.] // Retina. - 2020. - Vol.40, №4. - P.725–34.
125. Idrees, S. Proliferative Vitreoretinopathy: A Review / S. Idrees, J.Sridhar, A.E. Kuriyan // Int Ophthalmol Clin. – 2019. – Vol.59, №1. – P.221-240.
126. Jaccoma, E.H. Cryotherapy causes extensive breakdown of the bloodretinal barrier: a comparison with argon laser photocoagulation / E.H. Jaccoma, B.P.Conway, P.A. Campochiaro // Arch. Ophthalmol. - 1985. - Vol.103. - P.1728– 1730.
127. Ke, G. Retinal break associated with traumatic lens dislocation or subluxation requiring vitrectomy / G. Ke [et al.] // Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. – 2020. – Vol.258, №3. – P.693-697.
128. Keles, S. Paintball related ocular trauma: paintball or painball / S. Keles [et al.] // Med Sci Monit. - 2014. - Vol.20. - P.564–8.
129. Khanum, B. Pirfenidone inhibits post-traumatic proliferative vitreoretinopathy / B. Khanum [et al.] // Eye (Lond). - 2017. - Vol.31. - P.1317–1328.
130. Kim, J.H. Fourteen-year review of open globe injuries in an urban Korean population / J.H. Kim [et al.] // J Trauma. - 2007. - Vol.62, №3. - P.746–749.
131. Kirchhof, B. Strategies to influence PVR development / B. Kirchhof // Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. - 2004. - Vol.242, №8. - P.699-703.
132. Kobayashi, A. Finite element analysis of changes in tensile strain and deformation by airbag impact in eyes of various axial lengths / A. Kobayashi [et al.] // Int Ophthalmol. – 2023. – Vol.43, №7. – P.2143-2151.

133. Koberda, M. Numerical and clinical analysis of an eyeball injuries under direct impact / M. Koberda [et al.] // *Int J Occup Med Environ Health*. - 2023. - Vol.36, №2. - P.263-273.
134. Kuhn, F. Prophylactic chorioretinectomy for eye injuries with high proliferative-vitreoretinopathy risk / F. Kuhn, W. Schrader // *Clin Anat*. – 2018. - Vol.31, №1. – P.28–38.
135. Kuhn, F. Anterior chamber abnormalities and cataract/ F. Kuhn, V. Mester // *Ophthalmol Clin North Am*. - 2012. - Vol.15. - P.195—203.
136. Kuhn, F. Early vitrectomy for severe eye injuries / F. Kuhn, R. Morris // *Eye*. - 2021. - Vol.35, №5. - P.1288–9.
137. Kuhn, F. Epidemiology of blinding trauma in the United States Eye Injury Registry / F. Kuhn, R. Morris, C. D. Witherspoon, L. Mann // *Ophthalmic Epidemiol*. - 2006. - Vol.13. - P.209-216.
138. Kuhn, F. Prophylactic chorioretinectomy for eye injuries with high proliferative-vitreoretinopathy risk / F. Kuhn, W. Schrader // *Clin Anat*. - 2018. - Vol.31. P. 28–38.
139. Kuhn, F. The Birmingham eye trauma terminology system (BETT) / F. Kuhn, R. Morris, C. Witherspoon [et al.] // *J Fr Ophtalmol*. - 2004. – Vol.27, №2. – P.206–210.
140. Kuhn, F. The timing of reconstruction in severe mechanical trauma / F. Kuhn // *Ophthalmic Res*. - 2014. - Vol.51, №2. - P.67–72.
141. Kyriakaki, E.D. Causes, occupational risk and socio-economic determinants of eye injuries: a literature review / E.D. Kyriakaki [et al.] // *Med Pharm Rep*.- 2021. – Vol.94, №2. – P.131-144.
142. Li, C. The global incidence and disability of eye injury: an analysis from the Global Burden of Disease Study 2019 / C. Li [et al.] // *EClinicalMedicine*. – 2023. – Vol. 62. – P.102134.
143. Liang, C.M. Glucosamine inhibits epithelial to mesenchymal transition and migration of retinal pigment epithelium cells in culture and morphologic changes in

mouse model of proliferative vitreoretinopathy / C.M. Liang [et al.] // *Acta Ophthalmol.* – 2011. – Vol. 89, №6. – P.505-514.

144. Lin, A. Severe ocular trauma in the emergency room / A. Lin [et al.] // *J Miss State Med Assoc.* - 2014. - Vol.55, №6. - P.176-8.

145. Liu, X. Mechanism of traumatic retinal detachment in blunt impact: a finite element study / X. Liu [et al.] // *J Biomech.* - 2013. - Vol.46, №7. - P.1321-7.

146. Lu, Junqi. Timing of vitreous surgery in patients with open ocular trauma / Junqi Lu // *International Journal of Ophthalmology.* - 2016. - Vol.16, №9. - P.1765–1767.

147. Lucke-Wold, B.P. Elucidating the role of compression waves and impact duration for generating mild traumatic injury in rats/ B.P. Lucke-Wold [et al.] // *Brain Injury.* - 2017. - Vol.31, №1. - P.98-105.

148. Mansouri, M.R. Ocular trauma treated with pars plana vitrectomy: early outcome report / M.R. Mansouri [et al.] // *Int J Ophthalmol.* – 2016. – Vol.9, №5. – P.738–742.

149. Mansouri, M.R. Domestic ocular injuries: a case series/ M.R. Mansouri [et al.] // *Eur. J. Ophthalmol.* - 2007. - Vol.17, №4. - P.654–659.

150. 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, №3. - P.215–225.

151. Mohseni, M. Blunt Eye Trauma / M. Mohseni [et al.] // - 2023. In: *StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; - 2023 Jan.*

152. Morescalchi, F. Proliferative vitreoretinopathy after eye injuries: an overexpression of growth factors and cytokines leading to a retinal keloid / F. Morescalchi [et al.] // *Mediators of inflammation.* – 2013. – P.269787.

153. Morris, R. Retinal detachment laser prophylaxis / R. Morris [et al.] // *Retina.* - 2008. - Vol.3. - P.63–66.

154. Motta, L. A Case of Traumatic Submacular Hemorrhage Treated with tPA and Pneumatic Displacement/ L. Motta [et al.] // Case Rep Ophthalmol. – 2023. – Vol.14, №1. – P.596-601.
155. Mudhar, H.S. A brief review of the histopathology of proliferative vitreoretinopathy (PVR) / H.S. Mudhar [et al.] // Eye (Lond). – 2020. – Vol.34, №2. – P.246-250.
156. Mura, M. Long-term functional and structural outcomes after large chorioretinectomy for ruptured globe following blunt trauma / M. Mura [et al.] // Int J Retina Vitreous. – 2023. – Vol.9, №1. – P.52.
157. Nagpal, M. Managing PVR in the Era of Small Gauge Surgery / M. Nagpal, R. Juneja, S. Talati // Journal of ophthalmology. – 2021. 8959153.
158. Nowomiejska, K. Surgical Management of Traumatic Retinal Detachment with Primary Vitrectomy in Adult Patients / K. Nowomiejska [et al.] // J Ophthalmol. – 2017. – P.5084319.
159. Nuzzi, R. Ophthalmic evaluation and management of traumatic accidents associated with retinal breaks and detachment: a retrospective study / R. Nuzzi, E. Buschini, A.G. Actis // Eur J Ophthalmol. – 2012. – Vol.22, №4. – P.641-646.
160. Pahk, P.J. Ocular trauma resulting from paintball injury / P.J. Pahk, R.A. Adelman // Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. – 2009. – Vol.247, №4. – P.469-475.
161. Rahman, I. Open globe injuries: factors predictive of poor outcome / I. Rahman [et al.] // Eye. - 2006. - Vol.20, №12. - P.1336–1341.
162. Rejdak, R. Posterior Segment Ocular Trauma: Timing and Indications for Vitrectomy / R. Rejdak, A.G. Juenemann, S. Natarajan // J Ophthalmol. - 2017. - P. 5250924.
163. Rodriguez de la Rúa, E. Interaction between surgical procedure for repairing retinal detachment and clinical risk factors for proliferative vitreoretinopathy / E. Rodriguez de la Rúa [et al.] // Curr Eye Res. - 2005. - Vol.30, №2. - P.147–153.

164. Rossi, T. The pathogenesis of retinal damage in blunt eye trauma: Finite Element Modeling / T. Rossi [et al.] // Invest Ophthalmol. - 2011. - Vol.52. - P.3994–4002.
165. Rouberol, F. Proliferative vitreoretinopathy: pathophysiology and clinical diagnosis / F. Rouberol, C. Chiquet // J Fr Ophtalmol. - 2014. – Vol.37, №7. – P.557-565.
166. Rouberol, F. Comparative study of 50 early- or late-onset retinal detachments after open or closed globe injury / F. Rouberol [et al.] // Retina. - 2011. - Vol.31, №6. - P.1143-9.
167. Samanta, R. Management of a unique case of post-traumatic posterior giant retinal tear and macular hole-associated rhegmatogenous retinal detachment / R. Samanta [et al.] // Indian J Ophthalmol.- 2020. - Vol.68, №11. – P.2577-2580.
168. Samanta, R. Post-traumatic posterior giant retinal tear and macular hole associated retinal detachment / R. Samanta, S. Jayaraj, G. Sood, A. Agrawal // Indian J Ophthalmol. - 2022. - Vol.70, №5. - P.1869.
169. Santamaría, A. Clinical characteristics and prognostic factors of open globe injuries in a North Spain population: a 10-year review / A. Santamaría [et al.] // Eye (Lond). - 2023. - Vol.37, №10. - P.2101-2108.
170. Schaub, F. Vitreoretinopathy: Therapeutic Strategies / F. Schaub, P. Enders, S. Fauser // Klin Monbl Augenheilkd. – 2016. - Vol.233, №9. – P.1016-1023.
171. Schaub, F. Prophylactic intravitreal 5-fluorouracil and heparin to prevent proliferative vitreoretinopathy in high-risk patients with retinal detachment: study protocol for a randomized controlled trial / F. Schaub // Trials. – 2018. – Vol.19, №1. – P.384
172. Shah, M.A. Morphology of traumatic cataract: does it play a role in final visual outcome / M.A. Shah [et al.] // BMJ Open. - 2011. - Vol.29, №1. - P.60.

173. Shah, M.A. Patel UA: Effect of interval between time of injury and timing of intervention on final visual outcome in cases of traumatic cataract / M.A. Shah, S.M. Shah, S.B. Shah // *Eur J Ophthalmol.* - 2011. - Vol.21. - P.760–765.
174. Shah, S.M. A prospective cohort study on the epidemiology of ocular trauma associated with closed-globe injuries in pediatric age group / M.A. Shah [et al.] // *Indian J Ophthalmol.* - 2020. - Vol.68. - P.500-3.
175. Shahiri, M. Opto-mechanical self-adjustment model of the human eye / M. Shahiri, A. Jóźwik, M. Asejczyk // *Biomed Opt Express.* - 2023. - Vol.14, №5. - P.1923-1944.
176. Sheard, R.M. Vitreoretinal surgery after childhood ocular trauma / R. M. Sheard [et al.] // *Eye.* - 2007. - Vol. 21, №6. - P.793–798.
177. Shousha, M.A. Cataract surgery after pars plana vitrectomy / M.A. Shousha, S.H. Yoo // *Curr Opin Ophthalmol.* - 2010. - Vol.21, №1. - P.45-49.
178. Sobaci, G. Ocular trauma score in deadly weapon-related open-globe injuries / G. Sobaci [et al.] // *Am J Ophthalmol.* - 2006. - Vol.141, №4. -P.760-1.
179. Sponsel, W.E. Blunt eye trauma: empirical histopathologic paintball impact thresholds in fresh mounted porcine eyes / W. E. Sponsel [et al.] // *Investigative ophthalmology & visual science.* - 2011. - Vol.52, №8. - P.5157–5166.
180. Stepp, M. A. Immune responses to injury and their links to eye disease / M. A. Stepp, A. S. Menko // *The journal of laboratory and clinical medicine.* – 2021. - Vol. 236. – P.52-71.
181. Stitzel, J.D. A nonlinear finite element model of the eye with experimental validation for the prediction of globe rupture/ J.D. Stitzel [et al.] // *Stapp Car Crash J.* - 2002. - Vol.46, №81. - P.102.
182. 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.

183. Swain, T. The prevalence of eye injury in the United States, estimates from a meta-analysis / T. Swain, G. McGwin // *Ophthalmic Epidemiol.* – 2020. – Vol.273. – P.186–93.
184. The Retina Society Terminology Committee: the classification of retinal detachment with proliferative vitreoretinopathy // *Ophthalmology.* – 1983. – Vol.90. – P.121-125.
185. Uchio, E. Simulation model of an eyeball based on finite element analysis on a supercomputer/ E. Uchio [et al.] // *Br J Ophthalmol.* – 1999. – Vol.83, №10. – P.1106-1111.
186. Viestenz, A. Blunt ocular trauma. Part I: blunt anterior segment trauma / A. Viestenz, M. Kuchle // *Ophthalmology.* - 2004. - Vol.101. - P.1239-1257.
187. Wickham, L. Retinal detachment repair by vitrectomy: simplified formulae to estimate the risk of failure / L. Wickham [et al.] // *Br J Ophthalmol.* - 2011. - Vol.95, №9. - P.1239–1244.
188. Wiedemann, P. Proliferative Vitreoretinopathy / P. Wiedemann, A. Bringmann // *Klin Monbl Augenheilkd.* – 2016. – Vol.233, №9. – P.1012-1015.
189. Won, J.L. Retromode imaging: Review and perspectives / J.L. Won, R.L. Byung, U.S. Yong // *Saudi J Ophthalmol.* - 2014. - Vol.28, №2. - P.88–94.
190. Wu, W. A Comparative study of effects of antiproliferative drugs on human retinal pigment epithelial cells in vitro / W. Wu [et al.] // *Journal of Ocular Pharmacology and Therapeutics.* - 2002. - Vol.18, №3. - P.251–264.
191. Wu, X.Y. Relationship between the timing of vitreous surgery and prognosis after the open globe injuries / X.Y. Wu // *Int Eye Sci.* - 2015. - Vol.15. - P.709–11.
192. Xiang, J. Risk factors for proliferative vitreoretinopathy after retinal detachment surgery: A systematic review and meta-analysis / J. Xiang, J. Fan, J. Wang // *PLoS One.* – 2023. – Vol.18, №10. - P.48–51.

193. Xu, Y.X. Vitreoretinal surgeons experience and time interval from pars-plana vitrectomy to cataract extraction / Y.X. Xu [et al.] // *Int J Ophthalmol.* - 2021. - Vol.14, №1. - P.120–6.
194. Yalcin Tök, O. Prognostic factors influencing final visual acuity in open globe injuries / O. Yalcin Tök [et al.] // *J Trauma.* - 2011. - Vol.71, №6. - P.1794–1800.
195. Yeung, L. Severe vitreous hemorrhage associated with closed-globe injury / L. Yeung [et al.] // *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol.* - 2006. - Vol.244. - P.52–57.
196. Yonekawa, Y. Ocular blast injuries in mass-casualty incidents: the marathon bombing in Boston, Massachusetts, and the fertilizer plant explosion in West, Texas / Y. Yonekawa [et al.] // *Ophthalmology.* - 2014. - Vol.121, №9. - P.670–676.
197. Yu Wai Man, C. Visual outcome after open globe injury: a comparison of two prognostic models - the ocular trauma score and the classification and regression tree / C. Yu Wai Man, D. Steel // *Eye.* - 2010. - Vol.24, №1. - P.84–89.
198. Yu, H. Optimal timing of vitrectomy for severe mechanical ocular trauma: a retrospective observational study / H. Yu [et al.] // *Sci Rep.* - 2019. - Vol.9, №1. - P.18016.
199. Yu, T.S. A case-control study of eye injuries in the workplace in Hong Kong / T.S. Yu, H. Liu, K. Hui // *Ophthalmology.* - 2004. - Vol.111, №1. - P.70-74.
200. Yucel, O.E. Clinical characteristics and prognostic factors of scleral rupture due to blunt ocular trauma / O.E. Yucel [et al.] // *Eye (Lond).* - 2016. - Vol.30, №12. - P.1606-1613.
201. Zhang, Y. Discrepancy of eye injuries in mechanism, clinical features, and vision prognosis by different causative sports / Y. Zhang [et al.] // *Front Public Health.* – 2023. – Vol.11. – P.1182647.

202. Zhang, L. Clinical observation of the vitreous surgery for open-globe injuries in different timing after the trauma / L. Zhang // Zhonghua Yan Ke Za Zhi. - 2014. - Vol.50. - P.121–125.
203. Zou, H. Polarity and epithelial-mesenchymal transition of retinal pigment epithelial cells in proliferative vitreoretinopathy / H. Zou [et al.] // PeerJ. – 2020.
204. Zungu, T. Characteristics and visual outcome of ocular trauma patients at Queen Elizabeth Central Hospital in Malawi / T. Zungu [et al.] // PloS one. – 2021. -16, №3. – P.0246155.