СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАДНЕГО ФЕМТОКАПСУЛОРЕКСИСА И ВИТРЕКТОРЕКСИСА ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ УДАЛЕНИИ ВНУТРИГЛАЗНЫХ ИНОРОДНЫХ ТЕЛ У ПАЦИЕНТОВ С ОТКРЫТОЙ ТРАВМОЙ ГЛАЗА

Шилов Н.М.[1], Иванов А.М.[1], Трифаненкова И.Г.*[1, 2], Юдина Н.Н.[1, 2], Еремин Д.Р.[1]

[1] *Калужский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова», Калуга*

[2] *Медицинский институт ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского», Калуга*

DOI: 10.25881/20728255_2026_21_4_S1_34

Резюме. Цель исследования – сравнительная оценка эффективности применения фемтосекундного лазера и методики витректорексиса для формирования заднего капсулорексиса при комбинированном удалении внутриглазных инородных тел (ВГИТ) у пациентов с открытой травмой глазного яблока.

Материалы и методы. В исследование включены 22 пациента (22 глаза) с открытой травмой типа С и наличием ВГИТ в витреальной полости. Пациенты разделены на две группы: основная (n = 10) – формирование заднего капсулорексиса с использованием фемтосекундного лазера; контрольная (n = 12) – задний капсулорексис, выполненный витреотомом (витректорексис). Всем пациентам выполнено комбинированное удаление ВГИТ, витрэктомия и имплантация интраокулярной линзы (ИОЛ). Срок наблюдения – от 1 до 6 месяцев. Оценивали интраоперационные параметры (форма и стабильность капсулорексиса, возможность интракапсулярной имплантации ИОЛ) и функциональные результаты (максимально корригированная острота зрения – МКОЗ).

Результаты. В основной группе задний капсулорексис во всех случаях (100%) имел правильную округлую форму и ровные края, радиализации капсулы не зафиксировано. Интракапсулярная имплантация ИОЛ выполнена у 100% пациентов. В контрольной группе радиализация капсулы отмечена в 33,3% случаев, интракапсулярная имплантация ИОЛ оказалась возможной лишь у 50% пациентов (p = 0,011). Через 6 месяцев медиана МКОЗ в основной группе составила 0,65 [0,50; 0,80], в контрольной – 0,70 [0,60; 0,80] (p>0,05). Статистически значимых различий по остроте зрения между группами не выявлено.

Выводы. Применение фемтосекундного лазера обеспечивает более предсказуемое формирование заднего капсулорексиса с сохранением опорной функции капсульного мешка и позволяет достичь интракапсулярной фиксации ИОЛ в 100% случаев. Методика витректорексиса уступает лазерной технологии по анатомической прогнозируемости, однако функциональные результаты сопоставимы. Фемтолазерная технология может быть рекомендована для улучшения анатомических условий имплантации ИОЛ у пациентов с открытой травмой глаза и ВГИТ.

Ключевые слова: открытая травма глаза, внутриглазное инородное тело, фемтосекундный лазер, задний капсулорексис, витректорексис, комбинированное удаление, интраокулярная линза.

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF POSTERIOR FEMTOCAPSULORHEXIS AND VITREORETINOPEXY IN THE COMBINED REMOVAL OF INTRAOCULAR FOREIGN BODIES IN PATIENTS WITH OPEN EYE TRAUMA

Shilov N.M.[1], Ivanov A.M.[1], Trifanenkova I.G.*[1, 2], Yudina N.N.[1, 2], Eremin D.R.[1]

[1] *Branch of the National Medical Research Center "MNTK "Eye Microsurgery" named after Academician S.N. Fyodorov", Kaluga*

[2] *Medical Institute of the Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga*

Abstract. Purpose. To compare the efficacy of femtosecond laser assisted posterior capsulorhexis versus vitrectorhexis in the combined removal of intraocular foreign bodies (IOFB) in patients with open globe injury.

Materials and Methods. Twenty two patients (22 eyes) with open globe injury type C and IOFB in the vitreous cavity were enrolled. Patients were divided into two groups: study group (n = 10) – posterior capsulorhexis performed with a femtosecond laser; control group (n = 12) – posterior capsulorhexis performed with a vitrector (vitrectorhexis). All patients underwent combined IOFB removal, vitrectomy, and intraocular lens (IOL) implantation. Follow up ranged from 1 to 6 months. Intraoperative parameters (capsulorhexis shape, stability, and the feasibility of in the bag IOL implantation) and functional outcomes (best corrected visual acuity, BCVA) were assessed.

Results. In the study group, posterior capsulorhexis was successfully created with a perfectly round shape and smooth edges in all cases (100%), with no capsular radial tears. In the bag IOL implantation was achieved in 100% of patients. In the control group, capsular radial tears occurred in 33.3% of cases, and in the bag IOL implantation was possible in only 50% of patients (p = 0.011). At 6 months, median BCVA was 0.65 [0.50; 0.80] in the study group and 0.70 [0.60; 0.80] in the control group (p>0.05). No statistically significant differences in visual acuity were found between the groups.

Conclusions. Femtosecond laser assisted posterior capsulorhexis provides a more predictable anatomical outcome, preserving capsular bag support and enabling in the bag IOL fixation in 100% of cases. Vitrectorhexis, while showing comparable functional results, is less predictable anatomically. The femtosecond laser technique is recommended to improve the anatomical conditions for IOL implantation in patients with open globe injury and IOFB.

Keywords: open globe injury, intraocular foreign body, femtosecond laser, posterior capsulorhexis, vitrectorhexis, combined removal, intraocular lens.

Актуальность

В структуре глазного травматизма открытые травмы глаза составляют от 20 до 42%, из них от 18 до 41% – с наличием внутриглазного инородного тела (ВГИТ) [1–3]. В 37–51% наблюдений инородное тело локализуется в заднем сегменте глаза, что во многом определяет тяжесть поражения и сложность последующего хирургического вмешательства [4; 5].

Качественное и своевременное оказание офтальмологической помощи в таких случаях минимизирует риски инвалидизации и способствует сохранению активного образа жизни данной категории пациентов [6; 7].

Выбор хирургической тактики при наличии ВГИТ определяется рядом факторов, включая локализацию, размеры и состав инородного тела, а также степень повреждения внутриглазных структур [2; 8]. В настоящее

* e-mail: ryzhova.ja@kf-mntk.ru

время комбинированный доступ к удалению ВГИТ, через переднюю камеру и корнеосклеральный тоннельный разрез, рассматривается как один из наиболее эффективных. Данный подход, малотравматичный, с низким риском интра- и послеоперационных осложнений, обеспечивает более высокие функциональные результаты и ускоренную реабилитацию пациентов [9]. При этом возможность сохранения опорной функции капсульного мешка и выполнения интракапсулярной имплантации интраокулярной линзы (ИОЛ) зависит от успеха формирования заднего капсулорексиса.

Традиционная методика формирования заднего капсулорексиса с использованием витреотома (витректорексис) характеризуется вариабельностью формы отверстия и зависимостью от технических условий и опыта хирурга [10; 11]. По данным литературы, радиализация задней капсулы при выполнении витректорексиса может достигать 33%, что нередко приводит к частичной или полной утрате опорной функции капсульного мешка и необходимости альтернативной фиксации ИОЛ [7].

Внедрение фемтосекундных лазерных технологий в хирургию катаракты открыло новые возможности для повышения точности и прогнозируемости капсулорексиса [12; 13]. Фемтосекундный лазер позволяет формировать капсулорексис с заданными параметрами, обеспечивая идеально круглую форму и ровные края отверстия [14], что особенно важно в условиях травмы глаза.

В Калужском филиале МНТК было предложено применение фемтосекундного лазера для формирования заднего капсулорексиса у пациентов с открытой травмой глаза и ВГИТ [15]. Авторами показана принципиальная возможность выполнения заднего фемтокапсулорексиса у данной категории пациентов и его эффективность в сохранении опорной функции капсульного мешка.

Продолжением данной работы явилось сравнение предложенного подхода с традиционной методикой витректорексиса для определения клинических преимуществ.

Цель исследования – сравнительная оценка эффективности применения фемтосекундного лазера и методики витректорексиса для формирования заднего капсулорексиса при комбинированном удалении внутриглазных инородных тел у пациентов с открытой травмой глазного яблока.

Материалы и методы

В исследование вошли 22 пациента (22 глаза). Пациенты были разделены на две группы: основную (проспективную) – 10 пациентов (10 глаз), оперированных с применением фемтосекундного лазера для формирования заднего капсулорексиса, и контрольную (ретроспективную) – 12 пациентов (12 глаз), прооперированных с использованием методики формирования заднего капсулорексиса витреотомом. Проспективная часть выполнена в период с 2023 по 2026 гг., ретроспективный анализ данных контрольной группы проведён за период 2021–2023 гг.

Критериями включения для обеих групп являлись: открытая травма глазного яблока тип С, наличие ВГИТ в витреальной полости (невколоченного), сохранение прозрачности оптической зоны роговицы, отсутствие выраженных повреждений капсульного мешка и связочного аппарата хрусталика. Критерии исключения: вколоченные ВГИТ, разрыв глазного яблока, эндофтальмит, афферентный зрачковый дефект (исходно), выраженное помутнение роговицы, препятствующее визуализации.

Всем пациентам до операции проводилось стандартное офтальмологическое обследование, включавшее визометрию, рефрактометрию, тонометрию, биомикроскопию, офтальмоскопию, биометрию, ультразвуковое В-сканирование, ультразвуковую биомикроскопию. Для определения локализации, размеров и природы внутриглазных инородных тел использовались рентгенография и компьютерная томография.

Сравнительная характеристика пациентов основной и контрольной групп до хирургического лечения представлена в таблице 1. Статистически значимые различия между группами выявлены лишь по нескольким параметрам: частота травматической катаракты (p = 0,040), наличие колобомы радужки (p = 0,028) и вялотекущего

Табл. 1. Сравнительная характеристика пациентов основной и контрольной групп до хирургического лечения

Показатель	Основная группа (n = 10)	Контрольная группа (n = 12)	p
Демографические данные			
Возраст, лет (диапазон)	20–66	25–65	>0,05
Пол (мужчины/женщины), n	8/2	10/2	>0,05
Анамнестические данные			
Срок обращения после травмы, дни (диапазон)	7–35	1–14	>0,05
Предоперационная МКОЗ (диапазон)	0,05–0,5	0,01–0,4	>0,05
Средняя предоперационная МКОЗ (M±SD)	0,22±0,15	0,18±0,14	>0,05
Медиана МКОЗ [Q1; Q3]	0,20 [0,10; 0,30]	0,10 [0,06; 0,30]	>0,05
Характер пенетрации			
Пенетрация склеры, n (%)	7 (70%)	8 (66,7%)	>0,05
Пенетрация роговицы, n (%)	3 (30%)	4 (33,3%)	>0,05
Сопутствующие повреждения			
Частичный гемофтальм, n (%)	4 (40%)	7 (58,3%)	>0,05
Повреждение сетчатки, n (%)	4 (40%)	–	–
Локальная отслойка сетчатки, n (%)	2 (20%)	4 (33,3%)	>0,05
Травматическая катаракта, n (%)	2 (20%)	7 (58,3%)	**0,040**
в том числе с локальным повреждением капсулы	2 (20%)	–	–
травматическая набухающая катаракта	–	2 (16,7%)	–
Колобома радужки, n (%)	0	3 (25%)	**0,028**
Вялотекущий посттравматический увеит, n (%)	0	3 (25%)	**0,028**

посттравматического увеита (p = 0,028). По большинству показателей, включая возраст, пол, срок обращения, исходную остроту зрения, характер пенетрации, частоту гемофтальма, отслойки сетчатки, группы были сопоставимы (p>0,05).

В основной группе, учитывая состояние наружных оболочек глаза и капсульного мешка, которое позволяло применить фемтосекундный лазер, всем пациентам было выполнено хирургическое лечение с фемтолазерным сопровождением на этапе формирования заднего капсулорексиса [15]. Объём вмешательства включал: факоаспирацию прозрачного хрусталика либо факоэмульсификацию травматической катаракты по стандартной технологии; после удаления хрусталиковых масс переднюю камеру и капсульный мешок заполняли вискоэластическим препаратом; для стабилизации капсульного мешка имплантировали внутрикапсульное кольцо. Диаметр заднего капсулорексиса определяли индивидуально в зависимости от размеров внутриглазного инородного тела (размеры ВГИТ в основной группе представлены в таблице 2). Диапазон энергетических параметров фемтосекундного воздействия составлял 100–140%. Выполняли фемтосекундное воздействие на заднюю капсулу хрусталика с формированием непрерывного кругового капсулорексиса заданного диаметра и локализации. Сформированный фрагмент задней капсулы эвакуировали при помощи витреотома со стороны витреальной полости. Далее выполняли субтотальную трёхпортовую витрэктомию 23–25G, удаление внутриглазного инородного тела комбинированным способом (через переднюю камеру и корнеосклеральный тоннельный разрез) [9; 16] с последующей имплантацией интраокулярной линзы.

Пациентам контрольной группы выполнялось хирургическое лечение, включавшее: факоаспирацию прозрачного хрусталика или факоэмульсификацию травматической катаракты, витрэктомию с выполнением заднего капсулорексиса при помощи витреотома, удаление ВГИТ комбинированным способом [9] и имплантацию интраокулярной линзы.

Срок послеоперационного наблюдения в обеих группах составил от 1 до 6 месяцев.

Статистический анализ выполнен с использованием программного обеспечения STATISTICA версия 13.3 («Tibco Software Inc.», США). Количественные данные представлены в виде медианы и межквартильного интервала [Q1; Q3] при ненормальном распределении. Категориальные данные представлены в виде абсолютных значений и процентов. Сравнение групп проводилось с использованием критерия χ^2 или точного критерия Фишера (при ожидаемых частотах менее 5) для категориальных данных и U-критерия Манна–Уитни для количественных данных. Различия считались статистически значимыми при p<0,05.

Результаты

Всем пациентам обеих групп выполнено хирургическое лечение в запланированном объёме. Интраоперационных осложнений не было. Во всех случаях внутриглазные инородные тела были успешно удалены комбинированным способом [9; 16].

Табл. 2. Размеры внутриглазных инородных тел в основной группе

№	Пол	Возраст, лет	Размер ВГИТ, мм
1	ж	54	3×4
2	м	66	1×2
3	м	20	1×3
4	м	50	4×3
5	м	56	2×4
6	ж	54	2×3
7	м	49	2×2
8	м	30	3×4
9	м	40	1×2
10	м	66	1×3

Табл. 3. Диаметр заднего капсулорексиса и его форма в основной группе

№	Диаметр заднего капсулорексиса, мм	Получение капсулорексиса круглой формы
1	5,0	+
2	3,0	+
3	4,5	+
4	4,0	+
5	4,5	+
6	3,5	+
7	3,0	+
8	5,0	+
9	3,5	+
10	4,0	+

В основной группе формирование заднего капсулорексиса с использованием фемтосекундного лазера выполнено успешно во всех 10 случаях (100%). Во всех наблюдениях капсулорексис имел правильную округлую форму, ровные края и соответствовал заданному диаметру (таблице 3). Случаев радиализации задней капсулы не зарегистрировано.

В контрольной группе формирование заднего капсулорексиса с использованием витреотома сопровождалось вариабельностью формы отверстия. В 4 случаях (33,3%) отмечена радиализация задней капсулы. Во всех остальных случаях (66,7%) капсулорексис имел удовлетворительную форму и края.

Сравнительная характеристика интраоперационных показателей в группах исследования представлена в таблице 4. В основной группе во всех случаях (100%) удалось сохранить опорную функцию капсульного мешка, что позволило имплантировать интраокулярную линзу (ИОЛ) интракапсулярно; ИОЛ занимала центральное положение и сохраняла стабильную фиксацию в отдалённые сроки наблюдения. Размер заднего капсулорексиса не изменялся, признаков его радиализации не отмечено.

В контрольной группе интракапсулярная имплантация ИОЛ оказалась возможной лишь у 6 пациентов (50%),

Табл. 4. Сравнительные интраоперационные показатели в группах исследования

Показатель	Основная группа (n = 10)	Контрольная группа (n = 12)	p
Имплантация ИОЛ в капсульный мешок, n (%)	10 (100%)	6 (50%)	**0,011**
Имплантация ИОЛ в цилиарную борозду, n (%)	0	4 (33,3%)	–
Фиксация ИОЛ к радужке, n (%)	0	2 (16,7%)	–
Радиализация капсулорексиса, n (%)	0	4 (33,3%)	–

Примечание: p-значение рассчитано для сравнения частоты интракапсулярной имплантации ИОЛ (критерий χ^2).

Табл. 5. Динамика МКОЗ в группах исследования (Me [Q1; Q3])

Период наблюдения	Основная группа (n = 10)	Контрольная группа (n = 12)
До операции	0,20 [0,10; 0,30]	0,10 [0,06; 0,30]
Через 3 месяца	0,60 [0,50; 0,80]	0,70 [0,50; 0,70]
Через 6 месяцев	0,65 [0,50; 0,80]	0,70 [0,60; 0,80]

что статистически значимо ниже, чем в основной группе (p = 0,011). В 4 случаях (33,3%) ИОЛ имплантирована в цилиарную борозду, в 2 случаях (16,7%) выполнена фиксация ИОЛ к радужной оболочке.

Значения максимально корригированной остроты зрения (МКОЗ) в группах исследования до операции, через 3 и 6 месяцев после хирургического лечения представлены в таблице 5.

Статистический анализ показал достоверное улучшение зрительных функций в обеих группах по сравнению с предоперационным уровнем (p<0,05 для всех сравнений). Статистически достоверных различий по МКОЗ между основной и контрольной группами через 3 и 6 месяцев после операции не выявлено (p>0,05 для обоих сроков).

Наиболее выраженное улучшение зрительных функций наблюдалось у пациентов без поражения макулярной зоны и роговицы. При наличии эпиретинального фиброза или посттравматических изменений сетчатки (дистрофические очаги, тракционные изменения) зрительные результаты были ниже, однако оставались стабильными без признаков отрицательной динамики на протяжении всего срока наблюдения.

В основной группе во всех случаях задний капсулорексис сохранял правильную округлую форму и стабильные размеры в течение всего срока наблюдения. Признаков радиализации, смещения или деформации капсульного мешка не отмечено. Имплантированные ИОЛ занимали центральное стабильное положение, децентрации или дислокации не зарегистрировано.

В контрольной группе у пациентов с радиализацией заднего капсулорексиса (4 случая) опорная функция капсульного мешка была утрачена, что потребовало имплантации ИОЛ в цилиарную борозду (4 случая) или фиксации к радужке (2 случая). В отдалённые сроки наблюдения (6 месяцев) случаев дислокации ИОЛ не зарегистрировано.

Обсуждение

Выбор хирургической тактики при открытой травме глаза с наличием ВГИТ определяется рядом факторов, включая локализацию, размеры и состав инородного тела, а также степень повреждения внутриглазных структур [13; 14]. Результаты многоцентровых исследований показывают, что одномоментное удаление ВГИТ во время первичной хирургии ассоциировано с более значительным улучшением остроты зрения по сравнению с отсроченными вмешательствами (p = 0,009) [5].

Комбинированный подход к удалению ВГИТ (трансвитреальный доступ к ВГИТ и передний путь удаления через лимбальный разрез) позволяет существенно снизить риски развития интра- и послеоперационных осложнений, обеспечивает высокие функции и быструю реабилитацию [9].

Важным этапом комбинированного удаления ВГИТ является формирование заднего капсулорексиса, от которого во многом зависит возможность сохранения опорной функции капсульного мешка и выполнения интракапсулярной имплантации интраокулярной линзы (ИОЛ). Точность и прогнозируемость капсулорексиса имеют решающее значение для стабильного положения ИОЛ. Было показано, что фемтосекундный лазерный капсулорексис является более точным по всем параметрам в сравнении с мануальной процедурой [17]. В клинических исследованиях подтверждено, что при фемтолазерном капсулорексисе стабильность глубины передней камеры и эффективная позиция ИОЛ в капсульном мешке через год после операции значительно выше, чем при мануальной технике [18].

В настоящем исследовании применение фемтосекундного лазера позволило сформировать стабильный капсулорексис без радиализации во всех 10 случаях (100%) и получить капсулорексис правильной округлой формы с ровными краями и заданным диаметром. Это обеспечило сохранение опорной функции капсульного мешка и позволило выполнить интракапсулярную имплантацию ИОЛ у всех пациентов основной группы. Полученные данные согласуются с результатами работ, демонстрирующих, что фемтолазерная задняя капсулотомия является безопасной, эффективной и более прогнозируемой методикой, чем мануальный задний капсулорексис [19]. В ранее опубликованном исследовании Калужского филиала МНТК «Микрохирургия глаза» также показано, что фемтолазерный задний капсулорексис позволяет достичь идеально округлой формы отверстия заданного диаметра без интраоперационных осложнений [15].

В контрольной группе при выполнении витректорексиса отмечалась большая вариабельность формы заднего капсулорексиса, а также случаи его радиализации (33,3%), что в ряде наблюдений приводило к частичной или полной потере опорной функции капсульного мешка и необходимости альтернативной фиксации ИОЛ (в 50% случаев). Полученные

данные согласуются с литературными сведениями о том, что выполнение витректорексиса в значительной степени зависит от технических условий и опыта хирурга [10; 11].

Несмотря на значительные различия в анатомических результатах, функциональные показатели в обеих группах оказались сопоставимыми: медиана МКОЗ через 6 месяцев в основной группе составила 0,65 [0,50; 0,80], в контрольной – 0,70 [0,60; 0,80] (p>0,05). Витректорексис, выполняемый при помощи витреотома, хотя и является технически более сложным, остаётся доступным методом в любой операционной и при грамотном выполнении обеспечивает хороший функциональный результат.

Таким образом, применение фемтосекундного лазера позволяет повысить точность и предсказуемость формирования заднего капсулорексиса, обеспечивая лучшие анатомические условия для имплантации ИОЛ.

К ограничениям настоящей работы следует отнести небольшое количество наблюдений и ретроспективный характер контрольной группы, что указывает на необходимость продолжения исследования на большем клиническом материале.

Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования фемтосекундного лазера при хирургии открытых травм глаза с ВГИТ. Применение фемтолазерной технологии обеспечивает формирование заднего капсулорексиса с заданными параметрами во всех случаях, что создаёт оптимальные условия для сохранения опорной функции капсульного мешка и интракапсулярной фиксации интраокулярной линзы. Методика витректорексиса, сохраняя клиническую значимость как доступный и универсальный метод, уступает лазерной технологии по прогнозируемости анатомического результата, что подтверждается более высокой частотой радиализации капсулы и необходимости альтернативных способов фиксации ИОЛ.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Chaudhry IA, Shamsi FA, Al-Harthi E, et al. Incidence and visual outcome of endophthalmitis associated with intraocular foreign bodies. Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology. 2008; 246 (2): 181–186. doi: 10.1007/s00417-007-0586-5.
2. Vatavuk Z, Pentz A. Combined clear cornea phacoemulsification, vitrectomy, foreign body extraction and intraocular lens implantation. Croatian Medical Journal. 2004; 45(3): 295–298.
3. Ермаков А.А. Структура глазного травматизма в крупном промышленном городе // Вестник Совета молодых ученых и специалистов Челябинской области. – 2014. – №3(3). – С.9–11. [Ermakov AA. The structure of ocular injuries in a large industrial city. Bulletin of the Council of Young Scientists and Specialists of the Chelyabinsk Region. 2014; 3(3): 9–11. (In Russ.)]
4. Ohlhausen M, Menke BA, Begley J, et al. Advances in the management of intraocular foreign bodies. Frontiers in Ophthalmology. 2024; 4: 1422466. doi: 10.3389/fopht.2024.1422466.
5. Dong X, Wang W, Xie L, et al. Long-term outcome of combined penetrating keratoplasty and vitreoretinal surgery using temporary keratoprosthesis. Eye. 2006; 20(1): 59–63. doi: 10.1038/sj.eye.6701794.
6. Loporchio D, Mukkamala L, Gorukanti K, et al. Intraocular foreign bodies: a review. Survey of Ophthalmology. 2016; 61(5): 582–596. doi: 10.1016/j.survophthal.2016.03.005.
7. Carrell SM, Anderson S, Benson MD, et al. Ten-year analysis of traumatic open-globe injuries in Edmonton, Canada, from 2009 to 2018. Canadian Journal of Ophthalmology. 2023; 58(4): 375–381. doi: 10.1016/j.jcjo.2022.03.011.
8. Гундорова Р.А., Степанов А.В., Курбанова Н.Ф. Современная офтальмотравматология. – М.: Медицина, 2007. – 149 с. [Gundorova RA, Stepanov AV, Kurbanova SF. Modern ophthalmotraumatology. M.: Medicine, 2007. 149 P. (In Russ.)]
9. Куликов АН, Чурашов СВ, Михин АА. Комбинированный путь удаления внутриглазных инородных тел // Современные технологии в офтальмологии. – 2019. – №3. – С.104–107. [Kulikov AN, Churashov SV, Mikhin AA. Combined method of removal of intraocular foreign bodies. Modern technologies in ophthalmology. 2019; 3: 104-107. (In Russ.)] doi: 10.25276/2312-4911-2019-3-104-107.
10. Jabłoński M, Winiarczyk M, Biela K, et al. Open globe injury with intraocular foreign body: epidemiology, management, and risk factors. Journal of Clinical Medicine. 2022; 12(1): 190. doi: 10.3390/jcm12010190.
11. Петраевский А.В., Гндоян И.А., Тришкин К.С. и др. Анализ глазного травматизма взрослого населения Волгоградской области за 2013–2015 гг. // Вестник ВолгГМУ. – 2016. – №4(60). – С.78–81. [Petraevsky AB, Gndoyan IA, Trishkin KS, et al. Analysis of eye injuries in the adult population of the Volgograd region in 2013-2015. Bulletin of VolgSMU. 2016; 4(60): 78-81. (In Russ.)]
12. Анисимова С.Ю., Анисимов С.И., Трубилин В.Н. и др. Факоэмульсификация катаракты с фемтолазерным сопровождением. Первый отечественный опыт // Катарактальная и рефракционная хирургия. – 2012. – №12-(3). – С.7–10. [Ansimova SUE, Ansimov SUE, Trublin VN, et al. Phacoemulsification of cataracts with femtolaser support. The first domestic experience / / Cataract and refractive surgery. 2012; 12(3): 7-10. (In Russ.)]
13. Аветисов К.С., Юсеф Ю.Н., Аветисов С.Э. и др. Гибридная (фемтолазерная) факоэмульсификация: технологические аспекты и функциональные результаты // Вестник офтальмологии. – 2023. – №139(3-2). – С.28–37. [Avetisov KS, Yusef YUN, Avetisov SE, et al. Hybrid (femtolaser) phacoemulsification: technological aspects and functional results. Bulletin of Ophthalmology. 2023; 139(3-2): 28-37. (In Russ.)]
14. Гончаренко О.В., Заболотний А.Г., Мацко В.В. и др. Обеспечение и повышение уровня технологической безопасности хирургии катаракт на основе клинического применения фемтосекундного лазера // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2014. – №12(173). – С.104–106. [Goncharenko OV, Zabolotny AG, Matsko VV, et al. Ensuring and improving the technological safety of cataract surgery based on the clinical application of femtosecond laser. Bulletin of Orenburg State University. 2014; 12(173): 104-106. (In Russ.)]
15. Иванов А.М., Терещенко А.В., Шилов Н.М. и др. Применение фемтосекундного лазера в хирургии открытой травмы глазного яблока с внутриглазным инородным телом // Вестник национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. – 2025. – №20(4 Suppl 1). – С.86–91. [Ivanov Ya, Tereshchenko AV, Shilov NM, et al. The use of femtosecond laser in surgery of open trauma of the eyeball with an intraocular foreign body. Bulletin of the National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov. 2025; 20 (4S1): 86-91. (In Russ.)] doi: 10.25881/20728255_2025_20_4_S1_86.
16. Михин А.А., Чурашов С.В., Куликов А.Н. и др. Клинико-экспериментальное обоснование применения наконечника калибра 25G к постоянному магниту для удаления внутриглазных инородных тел // Офтальмология. – 2022. – №19(1). – С.83–90. [Mikhin AA, Churashov SV, Kulikov AN, et al. Clinical and experimental substantiation of the application of a 25G caliber tip to a permanent magnet for the removal of intraocular foreign bodies. Ophthalmology. 2022; 19(1): 83-90. (In Russ.)]
17. Малюгин Б.Э., Паштаев Н.П., Куликов И.В. и др. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов фемтолазерассистированной экстракции катаракты и традиционной факоэмульсификации // Вестник офтальмологии. – 2019. – №134(5). – С.54–60. [Malyugin BE, Pashtaev NP, Kulikov IV, et al. Comparative analysis of clinical and functional results of femtolaser-assisted cataract extraction and traditional phacoemulsification. Bulletin of Ophthalmology. 2019; 134(5): 54-60. (In Russ.)]
18. Малюгин Б.Э., Паштаев Н.П., Куликов И.В. и др. Сравнение клинико-функциональных результатов фемтолазер-ассистированной экстракции катаракты и традиционной факоэмульсификации // Современные технологии в офтальмологии. – 2019. – №30(5). – С.98–102. [Malyugin BE, Pashtaev NP, Kulikov IV, et al. Comparison of clinical and functional results of femtolaser-assisted cataract extraction and traditional phacoemulsification. Modern technologies in ophthalmology. 2019; 30(5): 98-102. (In Russ.)]
19. Трифаненкова И.Г., Терещенко А.В., Власов М.В. Задний фемтокапсулорексис в хирургии катаракты в сочетании с первичным персистирующим гиперпластическим стекловидным телом // Практическая медицина. – 2018. – №3(114). – С.187–191. [Trifanenkova IG, Tereshchenko AV, Vlasov MV. Posterior femtocapsulorexis in cataract surgery in combination with primary persistent hyperplastic vitreous. Practical medicine. 2018; 3(114): 187-191. (In Russ.)]