

**БАНЦЫКИНА ЮЛИЯ ВЛАДИМИРОВНА**

**ОПТИМИЗАЦИЯ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ВТОРИЧНОЙ  
КАТАРАКТОЙ**

**3.1.5. Офтальмология**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук**

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном  
образовательном учреждении высшего образования  
«Самарский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук, профессор

**Малов Игорь Владимирович**

**Официальные оппоненты:**

**Чупров Александр Дмитриевич**, доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное автономное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр «Межотраслевой научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Оренбургский филиал, директор;

**Ковалевская Мария Александровна**, доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующая кафедрой офтальмологии.

**Ведущая организация:** Уфимский научно-исследовательский институт глазных болезней федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Уфа.

Защита диссертации состоится «\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г. в 1\_.00 часов на заседании диссертационного совета 21.2.061.02 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (443079, г. Самара, пр. К. Маркса, 165 Б).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке (443001, г. Самара, ул. Арцыбушевская, 171) и на сайте (<https://samsmu.ru/scientists/science/referats/>) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

**Ученый секретарь диссертационного совета,**

доктор медицинских наук, доцент

**Стебнев Вадим Сергеевич**

### **Актуальность проблемы**

Сохранение зрения – важный аспект высокого качества жизни человека, возможности сохранять работоспособность и самостоятельность. Всемирный доклад ВОЗ о проблемах зрения [World report on vision] обозначает катаракту одной из главных причин обратимой слепоты и слабовидения в мире [WHO, 2020]. Хирургическое лечение катаракты с одномоментной имплантацией интраокулярной линзы (ИОЛ) является «жемчужиной офтальмохирургии», эта операция возвращает пациентам высокую остроту зрения. На 2020 год в мире насчитывалось 65,2 млн человек с катарактой и, по прогнозам ВОЗ, это число будет стремительно увеличиваться с ростом количества людей в возрасте старше 60 лет и достигнет 1,4 миллиарда человек к 2030 г [WHO, 2020]. Вторичная катаракта – помутнение задней капсулы (ПЗК) является наиболее частым – до 50% – осложнением операции по удалению катаракты и может развиваться вскоре после операции или через несколько лет после нее [Grzybowski A., et al., 2018; Ursell P.G., et al., 2020; Liu H. , et al., 2022]. Чем моложе пациент, тем больше частота развития помутнения задней капсулы, у детей доходит до 60-100% [Batur M., et al., 2016 ; Катаргина Л.А., и др., 2017; Торопыгин С.Г., и др., 2018], и может вызывать снижение максимально скорректированной остроты зрения (МКОЗ), контрастной чувствительности и появлению оптических аберраций [Yotsukura E., et al., 2016].

### **Степень разработанности темы исследования**

Основным методом лечения помутнения задней капсулы хрусталика является Nd:YAG-лазерная дисцизия – метод был представлен в начале 80-х годов XX века и представляет собой абляцию центральной зоны задней капсулы [Aron-Rosa D., et al., 1980; Fankhauser F., et al., 1981]. Он относится к стандартным, быстрым и эффективным методам лечения [Grzybowski A., et al., 2018]. Однако не во всех случаях вторичной катаракты возможно проведение YAG-лазерной дисцизии (помутнение роговицы, синехии в зоне зрачка, высокая плотность помутневшей задней капсулы). Метод лазерной дисцизии не лишен ранних и отдаленных осложнений, возникающих чаще всего при применении более высоких уровней энергии лазера и при повреждении переднего гиалоида [Grzybowski A., et al., 2018]. К осложнениям относятся: повышение внутриглазного давления (ВГД), возникновение гифемы, гемофтальма, грыжи стекловидного тела, повреждение или дислокация ИОЛ, а также повреждение роговицы и отслойка сетчатки [Баум О.И., и др., 2016; Von Tress M., et al., 2018; Liu H. , et al., 2022]. Однако в литературе нет общепринятой рекомендации уровня максимальной энергии, которой следует ограничиться при лазерной дисцизии вторичной катаракты. Результаты подобных исследований послужат базой для дальнейшего развития лазерной медицины, а также для корректировки действующих предельно допустимой энергии лазерного импульса [Большунов А.В., 2013].

Методы хирургического лечения ПЗК: аспирация регенераторной формы вторичной катаракты с сохранением целостности задней капсулы; дисцизия витреотомом через плоскую часть цилиарного тела или передним доступом, при наличии сопутствующей патологии в передней камере. Хирургические методы также не лишены осложнений, но в случае невозможности проведения лазерной дисцизии ПЗК, являются методами выбора [Gonnermann J., et al., 2016; Srinivasan S., et al., 2017; Егорова Е.В., и др., 2019]. Для каждого пациента необходимо индивидуально подбирать лечебную тактику, поэтому назрела необходимость разработки алгоритма выбора метода лечения.

**Цель исследования** – повышение эффективности лечения пациентов с вторичной катарактой на основе определения оптимальной энергии импульсов офтальмологического YAG-лазера при дисцизии помутнения задней капсулы, усовершенствования хирургических технологий и разработки алгоритма выбора метода лечения.

#### **Задачи исследования**

1. Изучить лазерные импульсы офтальмологического YAG-лазера на анимальной модели с использованием высокоскоростного фотодетектора и лазерного виброметра для определения оптимальной энергии при дисцизии вторичной катаракты.
2. Усовершенствовать хирургическое лечение пациентов вторичной катарактой с сохранением целостности задней капсулы хрусталика и хирургической дисцизии вторичной катаракты передним доступом.
3. Разработать алгоритм выбора индивидуального метода лечения пациентов с вторичной катарактой.
4. Провести сравнительный анализ результатов лечения пациентов вторичной катарактой на основе предложенного алгоритма в сравнении с общепринятыми методами.

#### **Научная новизна**

1. Изучено воздействие офтальмологического YAG-лазера на анимальной модели с помощью высокоскоростных фотодетекторов и осциллографа в зависимости от величины энергии импульса. Результаты воздействия лазерного импульса стабильны и воспроизводимы.
2. Изучена скорость вибрации склеры на анимальной модели при лазерной дисцизии задней капсулы хрусталика в зависимости от значения энергии импульсов при помощи лазерного виброметра.
3. Оптимизирована технология хирургического лечения пациентов с вторичной катарактой с сохранением задней капсулы хрусталика.
4. Предложена технология хирургического лечения пациентов с вторичной катарактой при наличии синехий, сращения или заращения зрачка.

#### **Теоретическая и практическая значимость**

1. Предложен инструмент для аспирации элементов вторичной катаракты с сохранением задней капсулы хрусталика (патент на полезную модель «Канюля для лечения вторичной катаракты» № 161541. Приоритет полезной модели 24.12.2015 г.)
2. Создан инструмент для лечения пациентов с вторичной катарактой при наличии сопутствующей патологии передней камеры (синехий, заращении и сращении зрачка) (патент на полезную модель «Синехиотом» № 191160. Приоритет полезной модели 14.03.2019 г.)
3. Разработан алгоритм выбора метода лечения пациентов с вторичной катарактой.

#### **Методология и методы диссертационного исследования**

Исследования отечественных и зарубежных ученых, посвященные вторичной катаракте, ее диагностике, клинической классификации, методов лечения являются теоретической основой настоящей работы. Изучение и обобщение данных литературы, оценка степени разработанности и актуальности темы позволили сформулировать направление исследования, в соответствии с которыми был разработан план выполнения всех этапов диссертационной работы. Принципы доказательной медицины стали руководящими при планировании дизайна и составили его методологическую основу.

В ходе выполнения диссертации применялись общенаучные методы (метод анализа и синтеза, дедукции, наблюдения, сравнения, формализации) и специальные методы (офтальмологические, инструментальные и статистические методы исследования). Математическая обработка результатов проводилась с использованием современных компьютерных технологий.

#### **Положения, выносимые на защиту**

1. Анимальная модель для изучения импульсов лазерной энергии офтальмологического YAG-лазера, состоящая из оптоволокну, высокоскоростного фотодетектора и осциллографа, фиксирующая лазерные импульсы и распределение энергии внутри глаза.
2. Лазерная виброметрия, позволяющая зафиксировать скорость вибрации склеры при нанесении импульсов различной энергии внутри глаза.
3. Алгоритм дифференцированного подхода к тактике лечения пациентов с вторичной катарактой, повышающий его эффективность и безопасность.

#### **Степень достоверности**

Достоверность научных положений и выводов базируется на достаточных по объему данных, комплексному подходу решения поставленных задач, современных методах исследования и статистической обработке данных.

#### **Апробация работы**

Материалы диссертации доложены и обсуждены на всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Аспирантские чтения» (г. Самара, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 гг.). В 2019 году доклад по теме диссертации на конференции «Аспирантские чтения» занял 1 место в секции «Клиническая медицина». В 2020 году данные работы были представлены в виде стендового доклада на 38-м конгрессе европейского общества катарактальных и рефракционных хирургов (ESCRS) (г. Амстердам). Основные положения диссертации доложены и обсуждены на заседании кафедры глазных болезней ИПО СамГМУ, 08.06.2020г.

Апробация диссертации состоялась на заседании сотрудников кафедр офтальмологии и глазных болезней института профессионального образования, лаборатории культур клеток биотехнологического центра «БиоТех» и института экспериментальной медицины и биотехнологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации и коллектива Государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Самарская областная клиническая офтальмологическая больница имени Т.И. Ерошевского».

#### **Внедрение результатов исследования**

Полученные в ходе выполнения диссертационной работы результаты используются в преподавании курса офтальмологии для студентов, ординаторов и аспирантов на кафедре офтальмологии и кафедре глазных болезней Института профессионального образования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Результаты исследования внедрены в практику и используются при проведении лечения пациентов с вторичной катарактой на базе ГБУЗ СО «Тольяттинской городской клинической больницы №5».

### **Личный вклад автора**

Автор самостоятельно проанализировала современную литературу по изучаемой проблеме, участвовала в постановке цели, задач исследования и разработке дизайна исследования. Автор принимала участие в организации и проведении экспериментов на животных моделях, сборе, статистической обработке и оценке полученных данных. Участвовала в разработке новых микрохирургических инструментов для усовершенствования хирургических технологий лечения пациентов с вторичной катарактой, а также создании алгоритма выбора метода лечения пациентов на основании данных литературы и данных собственных исследований. Автор самостоятельно провела сбор клинических данных и их статистическую обработку, провела анализ и интерпретацию результатов. Оформляла текст диссертации и статьи по теме исследования.

### **Связь темы диссертации с планом основных научно-исследовательских работ университета**

Работа выполнена в рамках комплексной научной темы кафедры глазных болезней ИПО ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России. Номер государственной регистрации темы: 121121700220-7.

### **Соответствие паспорту специальности**

Диссертационное исследование соответствует паспорту научной специальности 3.1.5 «Офтальмология (медицинские науки)» в области разработки новых хирургических технологий, в том числе энергетической хирургии с использованием диатермического, ультразвукового, лазерного воздействия.

### **Публикации**

По материалам диссертации опубликовано 17 статей, в том числе 8, в журналах, рецензируемых ВАК Минобрнауки России и 1 в журнале из списка Scopus. Получено 2 патента РФ на полезные модели.

### **Структура и объем работы**

Диссертация изложена на 117 страницах печатного текста и состоит из введения, обзора литературы, главы о материалах и методах, трех глав, отражающих результаты собственных исследований, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Работа иллюстрирована 18 таблицами и 26 рисунками. Список литературы включает 157 источников, из которых 45 – отечественных авторов и 112 – зарубежных.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Материалы и методы исследования**

Экспериментальные и клинические исследования проведены на клинических базах кафедры глазных болезней ИПО и кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, офтальмологического отделения Тольяттинской городской клинической больницы № 5, Самарской областной клинической офтальмологической больницы им. Т.И. Ерошевского, Самарской областной клинической больницы имени В.Д. Середавина, офтальмологической клиники «Хирургия глаза», глазной клиники ООО «Региональный медицинский центр».

Исследование можно представить в виде нескольких этапов (рисунок 1). Предварительный этап исследования – анализ литературы о помутнении задней капсулы хрусталика (ПЗК) после удаления катаракты, методах профилактики и лечения ПЗК,

частоте и патогенезе осложнений. На основе полученной информации, были сформулированы цель и задачи исследования.



**Рисунок 1. Дизайн диссертационного исследования**

Исследование подразделялось на экспериментальную и клиническую части.

#### **Экспериментальная часть исследования**

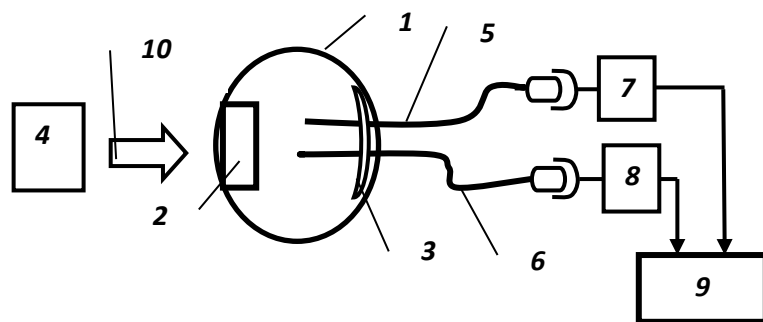
Экспериментальный раздел работы основан на проведении физического моделирования, изучения и анализе результатов лазерного воздействия на глаз во время дисцизии на анимальных моделях. Импульсы фиксировались высокоскоростными фотодетекторами и преобразовывались на осциллографе для последующей оценки в одном

эксперименте. В другом – оценивали вибрацию склеры, зафиксированной лазерным виброметром, в момент лазерной дисцизии. Исследования проводились на 12 энуклеированных анимальных глазах половозрелых кроликов породы «Советская шиншилла» весом 3,0–4,0 кг из Банка тканей Института экспериментальной медицины и биотехнологий Самарского государственного медицинского университета в соответствии с Хельсинкской конвенцией о гуманном обращении с экспериментальными животными (1975 г.), Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (Страсбург, 1986 г.), приказом Минздрава России №199н от 1 апреля 2016 г. «Об утверждении правил надлежащей лабораторной практики».

Эксперименты были проведены совместно с к.т.н., доцентом кафедры лазерных и биотехнических систем Самарского национального исследовательского университета имени академика С. П. Королёва – Владимиром Николаевичем Гришановым и к.т.н., старшим преподавателем кафедры АСЭУ Артуром Ильгизаровичем Сафиным. Часть экспериментального исследования выполнена в рамках Губернского гранта в области науки и техники от 26.08.2020 г. № 384.

#### **Изучение энергии импульсов офтальмологического YAG-лазера при лазерной дисцизии задней капсулы с использованием высокоскоростных фотодетекторов**

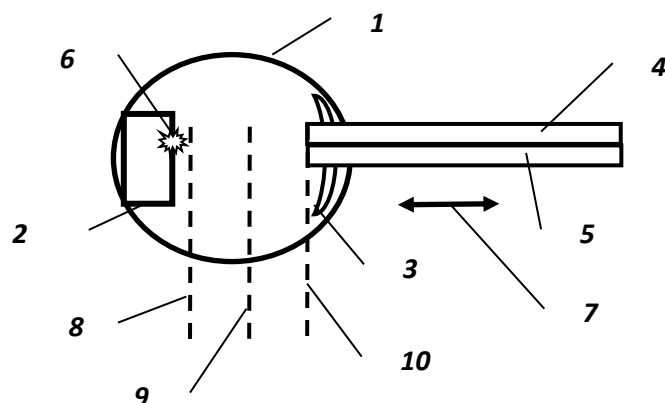
После факоаспирации хрусталика стандартным методом, глаз помещался на подставке и фиксировался на лазерном офтальмологическом аппарате Ятаган-4М. Собиралась двухканальная система измерения мощности лазерного излучения, состоящая из двухканального цифрового осциллографа GDS-71102A, двух высокоскоростных фотодетекторов DET025AFC/M – Si фотодетектор с FC/PC разъемом, ширина полосы пропускания: 2 ГГц, рабочий спектральный диапазон: 400 - 1100 нм, крепления: M4, Thorlabs и двух оптоволокон ТЕЛКОМ ШОС-0,9-FC/PC-MM62,5-1,5м – LSZN с питанием от батареи с напряжением 20 В. Оптоволокно – пигтейл оптический pt FC 62,5/125 OM1 многомодовый MM (0,9мм) (рисунок 2).



**Рисунок 2. Схема проведения эксперимента, состоящая из YAG-лазера, глаза, системы фиксации лазерного излучения (двух оптоволокон-пигтейлов), двух фотодетекторов и осциллографа: 1 – глаз; 2 – капсула; 3 – сетчатка; 4 – YAG-лазер Ятаган-4М; 5, 6 – пигтейлы (оптоволокон) многомодовые FC 62,5/125; 7, 8 – высокоскоростные фотодетекторы; 9 – цифровой осциллограф GDS-71102A; 10 – поток лазерного излучения**

Дистальные концы оптоволокон пигтейлов скреплялись скотчем и устанавливались в одну из трёх позиций внутри глазного яблока (рисунок 3). Ключевые позиции дистальных концов оптоволокон: 1) за хрусталиком (8); 2) на 6 - 7 мм внутрь к сетчатке (условно середина расстояния между задней капсулой хрусталика и сетчаткой) (9); 3) у сетчатки (10).



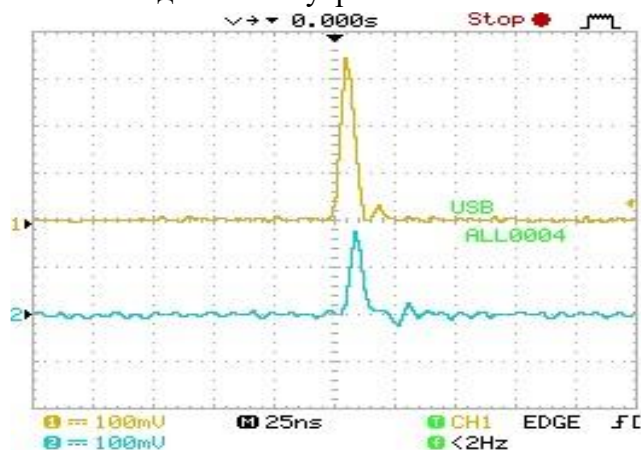


**Рисунок 3. Схема положений датчиков внутри глаза:** 1 – глаз; 2 – капсула; 3 – сетчатка; 4, 5, – оптоволоконна; 6 – область воздействия лазерного излучения; 7 – направление смещения дистальных концов оптоволокон; 8, 9, 10 – положения дистальных концов оптоволокон: «у задней капсулы», «в центре стекловидного тела» и «у сетчатки» в области заднего полюса глаза, соответственно.

Контроль положения оптоволоконна внутри глаза проводился методом непрямой биомикроскопии с линзой ПОИСК-78 дптр. В данном эксперименте было использовано 12 глаз кроликов.

Лазерные импульсы четырех значений энергии (2,0 мДж; 3,0 мДж; 6,5 мДж; 13,7 мДж) были нанесены по задней капсуле. Мы использовали минимальные значения (2,0 мДж; 3,0 мДж), при которых происходила дисцизия капсулы, также максимально возможное значение лазера Ятаган-4М – 13,7 мДж и среднее значение энергии между этими показателями, которое мы взяли равным 6,5 мДж. Для определения истинного значения энергии импульса была произведена калибровка импульсов, таким образом, истинные значения четырех используемых видов энергии импульсов были равны 1,5 мДж, 2,1 мДж, 4,2 мДж, 8,5 мДж соответственно.

Импульсы концентрировались в зоне задней капсулы хрусталика, а распространяющееся внутри глаза излучение преобразовывалось высокоскоростными фотоприёмниками в электрические сигналы, которые фиксировались двухканальным осциллографом (рисунок 4). Амплитуду этих импульсов мы сравнивали в зависимости от величины энергии и положения датчика внутри глаза.



**Рисунок 4. Осциллограмма зарегистрированных импульсов.**

## Лазерная доплеровская виброметрия склеры при воздействии офтальмологического YAG -лазера

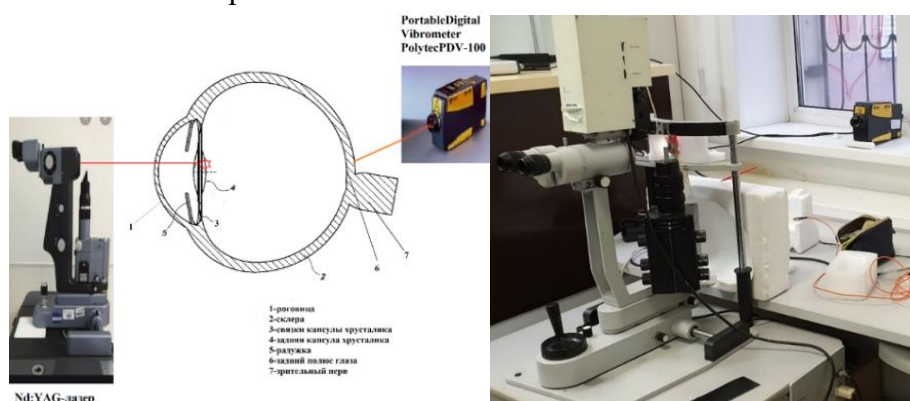
Эксперимент проведен на 6 энуклеированных глазах кроликов из банка тканей Института экспериментальной медицины и биотехнологий Самарского государственного медицинского университета.

Первым этапом была произведена факоаспирация хрусталика с использованием факоэмульсификатора «OPTIMED». Линейные параметры ультразвука 10 процентов, аспирация 25 см<sup>3</sup>/мин, вакуум – 300 мм рт. ст. Затем глаз фиксировался на лазерном офтальмологическом аппарате Ятаган-4М. С частотой каждые 10 секунд – для более четкого разграничения импульсов на графике – на заднюю капсулу хрусталика наносились последовательно 9 лазерных импульсов различной энергии (рисунок 5). Энергия импульсов до и после калибровки представлена в таблице 1. Калибровка проводилась в Самарском национальном исследовательском университете имени академика С.П. Королева.

**Таблица 1. Значения откалиброванной энергии импульса в эксперименте с виброметром.**

|                                 |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Показания Ятагана-4М (мДж)      | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 8,0 | 9,0 | 13,7 |
| Откалиброванные показания (мДж) | 0,9 | 1,5 | 2,1 | 2,7 | 3,3 | 3,9 | 5,1 | 5,7 | 8,5  |

Параметры вибрации заднего полюса склеры фиксировались на бесконтактном портативном лазерном виброметре Portable Digital Vibrometer Polytec PDV-100 в проекции макулярной области на склере.



**Рисунок 5. Фиксация вибрации склеры при воздействии Nd: YAG-лазера на заднюю капсулу хрусталика**

Импульс Nd: YAG-лазера наносится на заднюю капсулу хрусталика. В это время с поверхности заднего полюса глаза лазерный луч аппарата PVD-100 фиксирует колебания склеры.

Мы сравнили вибрацию склеры при воздействии на заднюю капсулу хрусталика импульса Nd: YAG-лазера с воздействием на нее витреотома (рисунок 6).



**Рисунок 6. Исследование вибрации склеры при работе витреотома**

Для этого внутрь глаза устанавливался витреотом через плоскую часть цилиарного тела и также проводилась фиксация вибрации склеры аппаратом PVD-100.

### **Клиническая часть исследования**

Под наблюдением находилось 1012 пациентов с вторичной катарактой (1090 глаз) за период 2017-2019 гг.

Критерии включения пациентов: наличие помутнения задней капсулы хрусталика (вторичной катаракты), развившееся после факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ, удовлетворительное общее состояние, компенсированные хронические заболевания, разрешение терапевта на проведение хирургического лечения глаз, согласие пациента на операцию, возможность проведения контрольных осмотров и наблюдения за пациентом в течение 2 лет после операции.

Критерии исключения (офтальмологические): пациенты после экстракапсулярной экстракции катаракты, афакия без ИОЛ, острота зрения равная нулю и incerta, обострение или менее 3 месяцев после обострения хронического увеита, острое воспаление глазной поверхности или вспомогательного аппарата глаза, наличие офтальмогипертензии (выше 26 мм рт. ст. по Маклакову), острая стадия сосудистых окклюзий, ишемической и других форм оптиконейропатии. Общесоматические критерии исключения: отсутствие разрешения терапевта на проведение хирургических операций на глазах, обострение хронических заболеваний, неудовлетворительное общее состояние. К критериям исключения также относили возраст пациентов моложе 18 лет, отсутствие возможности наблюдения за пациентом в течение 2 лет после оперативного лечения.

После стратификации в основную группу (n=120) вошли пациенты, которым хирургическая дисцизия проводилась с применением разработанных инструментов, хирургическая дисцизия витреотомом и лазерная дисцизия с энергией менее 4,5мДж и контрольную группу (n=152) – которым хирургическая дисцизия проводилась без применения предложенных инструментов и лазерная дисцизия без учета ограничения в 4,5 мДж. Таким образом, в обе группы вошло 272 пациента: 151 после лазерной дисцизии, 37 пациентов – после дисцизии витреотомом через плоскую часть цилиарного тела, 37 – после аспирации элементов вторичной катаракты с сохранением целостности задней капсулы хрусталика, а также 47 – после инструментальной хирургической дисцизии через роговичный доступ. Группы были статистически однородны по возрасту (p=0,314), полу (p=0,46), формам вторичной катаракты (p=0,086) и остроте зрения до операции (p=0,571). Значения показателей представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Характеристика пациентов основной и контрольной групп**

| <b>Показатель</b>                         | <b>Возраст<br/>Me, [Q<sub>1</sub> – Q<sub>3</sub>],<br/>(min-max)</b> | <b>Пол<br/>(абс. /%)</b>                        | <b>Формы вторичной<br/>катаракты (абс. /%)</b>                     | <b>Острота<br/>зрения до<br/>операции,<br/>Me, [Q<sub>1</sub> – Q<sub>3</sub>]</b> |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Основная<br/>группа<br/>(n=120)</b>    | 71 [65-77],<br>(34-91)                                                | Мужчины:<br>43/ 35,8%<br>Женщины:<br>77/ 64,2%  | Регенераторная:<br>33/27,5%<br>Фиброзная и смешанная:<br>87/ 72,5% | 0,2 [0,09-0,3]                                                                     |
| <b>Контрольная<br/>группа<br/>(n=152)</b> | 72 [66-78],<br>(18-88)                                                | Мужчины:<br>48/ 31,6%<br>Женщины:<br>104/ 68,4% | Регенераторная:<br>59/38,8%<br>Фиброзная и смешанная:<br>93/ 61,2% | 0,15 [0,05-0,4]                                                                    |

В основную группу вошли пациенты, которым была произведена лазерная дисцизия вторичной катаракты с использованием энергии до 4,5 мДж (n=40), и хирургическая дисцизия с использованием витреотома (n=37) а так же разработанных инструментов - канюли (n=21) и синехеотома (n=22). В контрольную – пациенты, у которых энергия при лазерной дисцизии вторичной катаракты была более 4,5 мДж (n=111), и во время хирургической дисцизии не использовались витреотом и разработанные инструменты (n=41).

Группы были статистически однородны по возрасту, полу и остроте зрения до операции. Срок наблюдения за пациентами после операции – от 2 до 5 лет.

Были проанализированы результаты лечения пациентов основной и контрольной групп, а также подгрупп каждого из методов лечения.

Для оценки полученных данных и расчета статистических показателей была использована программа IBM SPSS Statistics Subscription Trial, ИД подписки 506375153. А также программа StatTech v. 2.1.0 (разработчик - ООО “Статтех”, Россия) – программа зарегистрирована Федеральной службой по интеллектуальной собственности, номер регистрации 2020615715, дата регистрации 29.05.2020.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

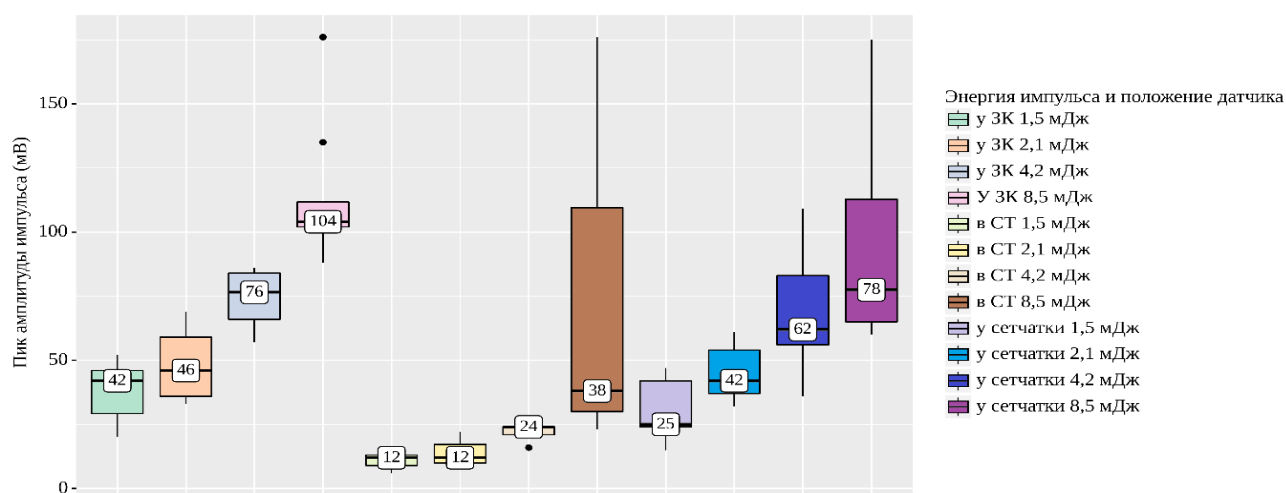
### Результаты экспериментального исследования

Анализ результатов сравнения амплитуды лазерного импульса в зависимости от его энергии и положения фиксирующего датчика внутри глаза, с применением высокоскоростных фотодетекторов и осциллографа представлен в таблице 3, на рисунке 7.

**Таблица 3 – Амплитуда импульса в зависимости от его энергии и положения датчика**

| Энергия импульса<br>и положение<br>датчика | Амплитуда импульса<br>(мВ) |                                 |    | p                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                            | Me                         | Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub> | n  |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| у ЗК 1,5 мДж                               | 42                         | 29 – 46                         | 8  | $< 0,001^*$<br>pУ ЗК 8,5 мДж – у ЗК 1,5 мДж = 0,044<br>ру ЗК 1,5 мДж – у ЗК 4,2 мДж = 0,001<br>ру ЗК 2,1 мДж – у ЗК 4,2 мДж = 0,008<br>рУ ЗК 8,5 мДж – у ЗК 4,2 мДж = 0,029<br>рв СТ 8,5 мДж – в СТ 1,5 мДж = 0,027<br>ру сетчатки 8,5 мДж – у сетчатки 1,5 мДж = 0,029 |
| у ЗК 2,1 мДж                               | 46                         | 36 – 59                         | 6  |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| у ЗК 4,2 мДж                               | 76                         | 66 – 84                         | 6  |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| У ЗК 8,5 мДж                               | 104                        | 102 – 112                       | 8  |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| в СТ 1,5 мДж                               | 12                         | 9 – 13                          | 9  |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| в СТ 2,1 мДж                               | 12                         | 10 – 17                         | 8  |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| в СТ 4,2 мДж                               | 24                         | 21 – 24                         | 6  |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| в СТ 8,5 мДж                               | 38                         | 30 – 110                        | 7  |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| у сетчатки 1,5 мДж                         | 25                         | 24 – 42                         | 7  |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| у сетчатки 2,1 мДж                         | 42                         | 37 – 54                         | 9  |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| у сетчатки 4,2 мДж                         | 62                         | 56 – 83                         | 9  |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| у сетчатки 8,5 мДж                         | 78                         | 65 – 113                        | 18 |                                                                                                                                                                                                                                                                         |

\* – различия показателей статистически значимы (p < 0,05)



**Рисунок 7. Амплитуда импульса в зависимости от его энергии и положения оптоволоконна внутри глаза**

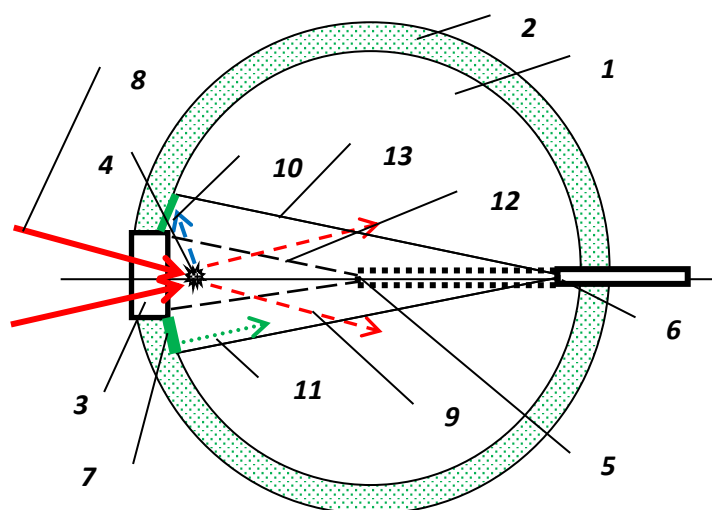
Согласно представленной таблице 3 при оценке амплитуды импульса напряжения внутри глаза в зависимости от положения датчиков и от энергии импульса в мДж, были установлены существенные различия ( $p < 0,001$ ). Наблюдаемая зависимость амплитуды импульса от его энергии описывается уравнением парной линейной регрессии:

$$Y(\text{амплитуда импульса}) = 9,46 \times X(\text{энергия импульса}) + 14,085$$

При увеличении энергии импульса на 1 мДж следует ожидать увеличение амплитуды импульса на 9,46 мВ. Теснота связи по шкале Чеддока – заметная ( $\rho = 0,707$ ) ( $p < 0,001$ ). Наше исследование показывает, что лазерный импульс в глазу можно измерить высокоскоростным фотодетектором, что результаты стабильны и воспроизводимы ( $p > 0,05$ ), полученные импульсы имеют одинаковую конфигурацию во всех точках регистрации. Амплитуды импульсов за задней капсулой хрусталика и у сетчатки, при нанесении импульса на заднюю капсулу, не имели статистических отличий при каждом из значений энергии ( $p > 0,05$ :  $p = 0,317$  при 1,5 мДж;  $p = 0,586$  при 2,1 мДж;  $p = 0,662$  при 4,2 мДж;  $p = 0,066$  при 8,5 мДж), что позволяет моделировать внутреннюю часть глаза фотометрическим шаром [Романова Т.А., 2016]. При этом пик импульса в центре стекловидного тела при импульсах 1,5 мДж, 2,1 мДж и 4,2 мДж достоверно меньше, чем пик за задней капсулой и у сетчатки ( $p = 0,001$  при 1,5 мДж и при 2,1 мДж;  $p = 0,002$  при 4,2 мДж). При энергии 8,5 мДж амплитуда импульсов во всех положениях оптоволоконна не имела статистически достоверной разницы ( $p = 0,155$ ).

Увеличение энергии импульса ведет к линейному увеличению пика напряжения импульса, однако импульсы в 1,5 и 2,1 мДж не имели статистически достоверной разницы между собой ( $p = 0,076$ ). Эти значения дают нам дальнейшие ориентиры для поиска верхней границы оптимальной энергии лазера при дисцизии.

При воздействии лазерного импульса (рисунок 8) в области задней капсулы происходит образование плазмы (эффект микровзрыва), приводящее к локальной деструкции ткани [Большунов А.В., 2013]. Часть не поглощенной задней капсулой глаза энергии перехватывается дистальными концами пигтейлов (оптоволокон), достигает фотодетекторов и, после преобразования в электрический сигнал регистрируется осциллографом.



эпителием сетчатки поток лазерного излучения; 12 – поле зрения торца оптоволоконного кабеля в положении «в середине стекловидного тела»; 13 – поле зрения торца оптоволоконного кабеля в положении «у сетчатки»

**Рисунок 8. Схема распределения потоков лазерного излучения**

При расположении дистального конца оптоволоконного кабеля (пигтейла) «у задней капсулы» и «в середине стекловидного тела» основной вклад в амплитуду зарегистрированного сигнала вносит прошедшее через заднюю капсулу излучение. Разница в амплитуде обусловлена удалением дистального конца от области фокусировки лазерного пучка. Когда дистальный конец располагается «у сетчатки», то основным источником регистрируемого сигнала становится лазерное излучение, диффузно рассеянное пигментным эпителием сетчатки.

#### **Лазерная доплеровская виброметрия склеры при YAG -лазерной дисцизии**

При воздействии импульсов лазерной энергией менее 2,1 мДж, так же, как и при работе витреотома внутри глаза, лазерный виброметр PDV-100 не зафиксировал вибрацию склеры. Изменение виброскорости при импульсах различной энергии представлены на рисунках 9 и 10. Конфигурация возрастания виброскорости представлена на рисунке 9. На рисунке 10 мы видим зависимость амплитуды импульсов от значения энергии.

Мы учитывали максимальные значения виброскорости при каждом значении энергии импульсов (рисунок 10). Нами был проведен корреляционный анализ взаимосвязи виброскорости смещения склеры и энергии лазерного импульса. Наблюдаемая зависимость суммы скорости смещения склеры от энергии лазерного импульса описывается уравнением парной линейной регрессии:

$$Y(\text{виброскорость смещения склеры}) = 4,479 \times X(\text{энергия лазерного импульса}) - 3,848$$

При увеличении энергии лазерного импульса на 1 мДж следует ожидать увеличение виброскорости смещения склеры на 4,479 мм/с. Был выполнен анализ виброскорости смещения склеры в зависимости от энергии импульса больше 4,5 мДж или меньше и равное 4,5 мДж (таблица 4).



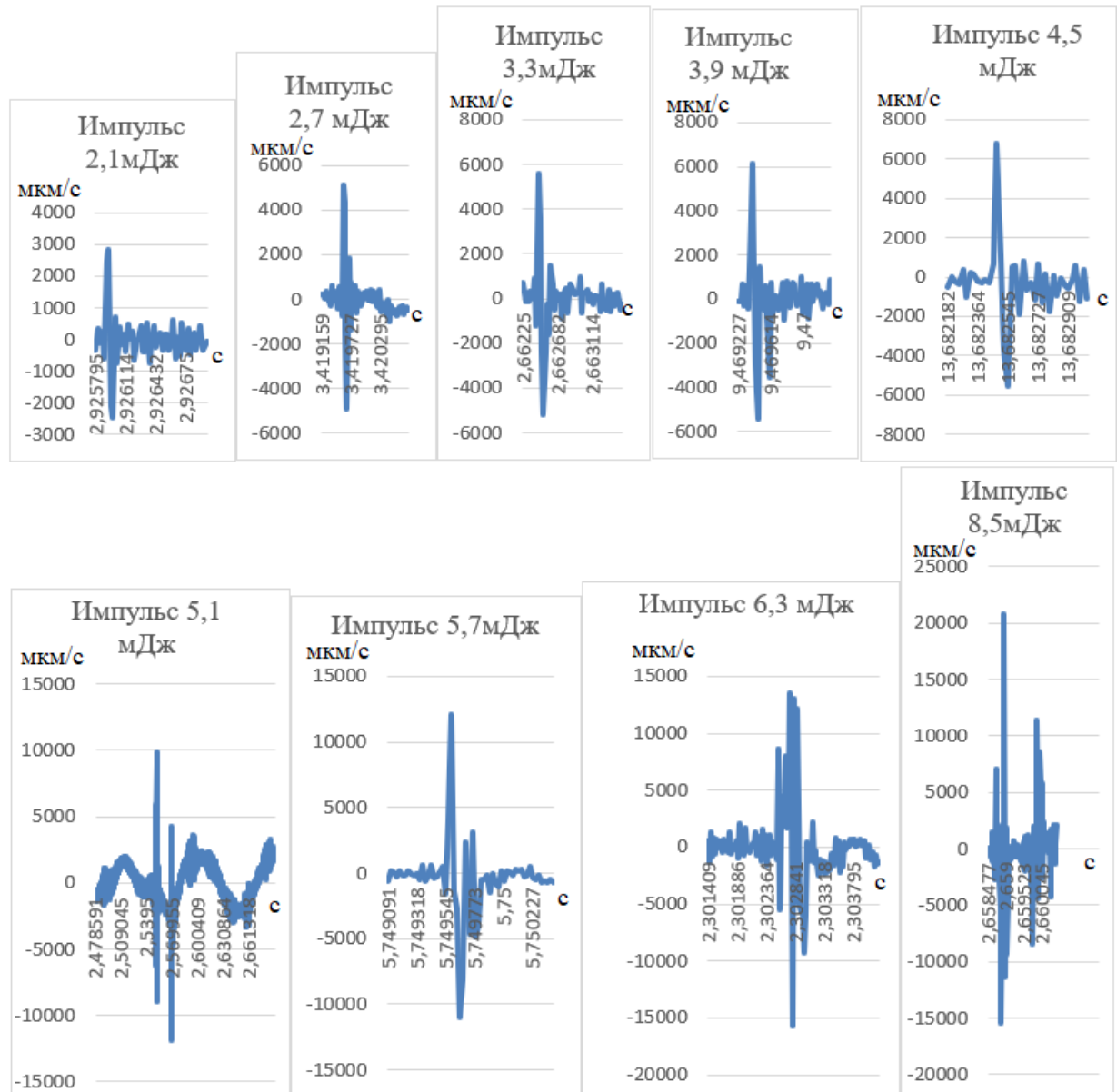


Рисунок 9. Графики виброскорости (мм/с) в зависимости от энергии импульса (мДж).

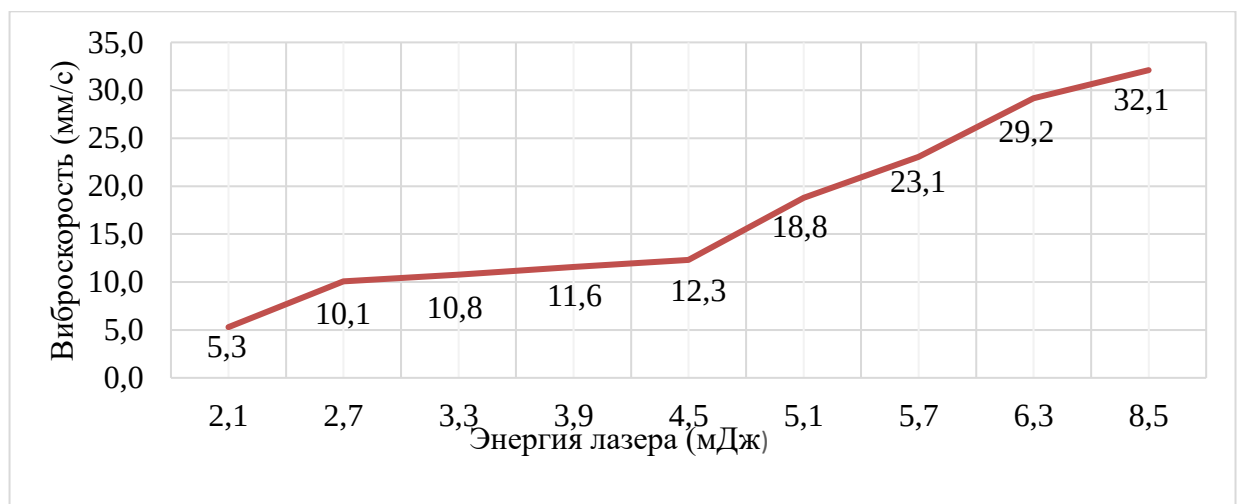


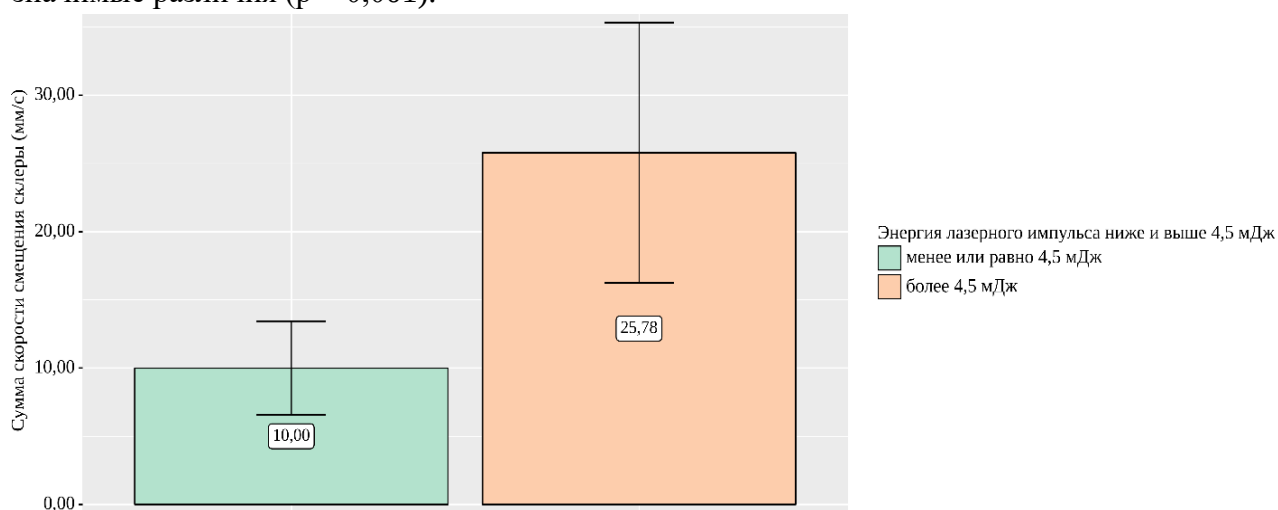
Рисунок 10. Линейный график увеличения виброскорости смещения склеры (мм/с) в зависимости от энергии импульса (мДж) при лазерной дисцизии.

**Таблица 4 - Виброскорость смещения склеры**

| Энергия импульса        | Виброскорость смещения склеры (мм/с) |               | p      |
|-------------------------|--------------------------------------|---------------|--------|
|                         | M ± SD                               | 95% ДИ        |        |
| Менее или равно 4,5 мДж | 10,00 ± 2,76                         | 6,57 – 13,42  | 0,001* |
| более 4,5 мДж           | 25,78 ± 5,99                         | 16,25 – 35,32 |        |

\* – различия показателей статистически значимы (p < 0,05)

В результате сопоставления виброскорости смещения склеры в зависимости от энергии импульса меньше или больше 4,5 мДж, нами были установлены статистически значимые различия (p = 0,001).



**Рисунок 11. Сумма скорости смещения склеры в зависимости от энергии импульса менее или более 4,5 мДж**

Проведенное исследование показывает:

- Воздействие лазерного импульса на оболочки глаза можно измерить лазерным виброметром Portable Digital Vibrometer Polytec PDV-100.
- Результаты, фиксируемые лазерным виброметром стабильны, воспроизводимы.
- Лазерный виброметр PDV-100 не фиксирует вибрацию склеры при дисцизии витреотомом, а также при лазерной дисцизии импульсами менее 2,1 мДж.
- Амплитуда скорости обратимых перемещений склеры зависит от энергии импульса лазерного излучения. При увеличении энергии лазерного импульса на 1 мДж следует ожидать увеличение виброскорости смещения склеры на 4,5 мм/с.
- Амплитуда скорости перемещения склеры, регистрируемая с поверхности склеры достоверно меньше при энергии импульсов менее 4,5 мДж (p = 0,001).

Таким образом, на основе двух наших экспериментальных исследований с помощью осциллографа и виброметра PDV-100 – рекомендованным максимальным значением энергии лазерного импульса следует выбрать значение не более 4,5 мДж. Мы взяли эти данные за основу в разработанном нами алгоритме выбора метода лечения вторичной катаракты.



### Результаты клинического исследования

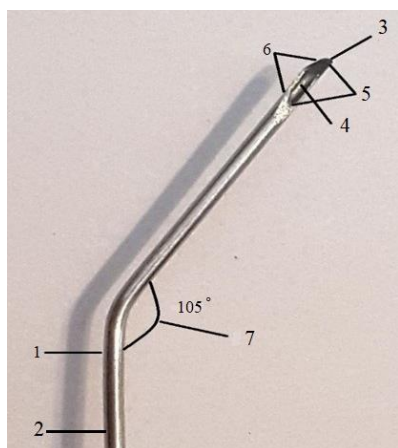
Нами был разработан алгоритм принятия решения о выборе необходимого метода лечения пациентов с помутнением задней капсулы хрусталика, возникающего после экстракции катаракты с имплантацией ИОЛ. Схема алгоритма представлена на рисунке 12.



**Рисунок 12. Алгоритм выбора метода лечения пациентов с вторичной катарактой**

Согласно алгоритму основным методом лечения является лазерная дисцизия вторичной катаракты с энергией лазерного импульса менее 4,5 мДж, однако, при невозможности ее проведения и повышенном риске осложнений, проводилось хирургическое лечение.

Для пациентов с регенераторной формой вторичной катаракты (шарами «Адамюка-Эльшнига») нами разработана технология аспирации, позволяющая сохранить целостность задней капсулы хрусталика. Предложенный инструмент (патент на полезную модель «Канюля для лечения вторичной катаракты» № 161541) имеет конструктивные особенности, позволяющие очищать и полировать заднюю капсулу, аспирируя элементы вторичной катаракты, одновременно защищая заднюю капсулу от перфорации (рисунок 13).



1 — металлическая полая изогнутая трубка; 2 — конец для соединения с аспирационным устройством; 3 — рабочий конец, изогнутый с радиусом кривизны в 3 мм; 4 — отверстие; 5 — верхняя затупленная кромка; 6 — нижняя заостренная кромка; 7 — канюля имеет изгиб под углом в 105°

**Рисунок 13. Канюля для аспирации**

Для лечения вторичной катаракты при наличии передних и задних синехий, грубых пленчатых образований задней капсулы хрусталика и формирования дозированного отверстия в задней капсуле нами была разработана технология с использованием синехиотома – ножниц с фиксирующим элементом (рисунок 14).



**Рисунок 14. Синехиотом**

Данный инструмент (патент на полезную модель «Синехиотом» № 191160) позволяет фиксировать ткань для последующего рассечения и препятствует смещению ткани с бранши ножниц. Это облегчает манипуляции в передней камере глаза и сводит к минимуму риск травмы окружающих тканей.

#### **Анализ результатов лечения пациентов с вторичной катарактой** **Результаты лазерного лечения**

Результаты лазерной дисцизии у пациентов с помутнением задней капсулы хрусталика представлены в таблице 5.

**Таблица 5. Острота зрения после операции, наличие осложнений и рецидивов**

| <b>Показатель</b>                                                     | <b>Основная группа(n=40)</b>                       | <b>Контрольная группа<br/>(n=111)</b>                | <b>p</b> |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------|
| Острота зрения,<br>Ме, [Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub> ]             | 0,7 [0,6-0,8]                                      | 0,6 [0,5-0,9]                                        | 0,248    |
| Динамика<br>остроты зрения,<br>Ме, [Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub> ] | 0,4 [0,3-0,5]                                      | 0,3 [0,1-0,48]                                       | 0,017*   |
| Осложнения (абс.<br>/ %)                                              | Осложнение: 2 (5,0%)<br>Без осложнения: 38 (95,0%) | Осложнение: 22 (19,8%)<br>Без осложнения: 89 (80,2%) | 0,028*   |
| Рецидивы (абс. /<br>%)                                                | Рецидив: 3 / 7,5%<br>Без рецидива: 37/92,5%        | Рецидив: 18 / 16,2%<br>Без рецидива: 93/83,8%        | 0,172    |

\* – различия показателей статистически значимы (p < 0,05)

Увеличение остроты зрения после операции у пациентов основной группы было достоверно большим (p = 0,017), а шансы развития осложнений – ниже в 4,68 раза, различия шансов были статистически значимыми (ОШ = 0,213; 95% ДИ: 0,048–0,951) (p = 0,028). Шансы развития рецидива у пациентов основной группы были ниже в 2,4 раза, однако, различия шансов не были статистически значимыми (ОШ = 0,42; 95% ДИ: 0,116–1,51). Таким образом, лазерная дисцизия с применением энергии лазера менее 4,5 мДж, позволяет получить большее увеличение остроты зрения (p = 0,017) и снизить число осложнений в 4,68 раза (p = 0,028).

### Результаты инструментального удаления вторичной катаракты

Удаление вторичной катаракты витреотомом производилось только у пациентов основной группы (n=37). Анализ результатов данного вида хирургического лечения пациентов показал достоверное увеличение остроты зрения после операции: Me, [Q<sub>1</sub> – Q<sub>3</sub>] = 0,7 [0,5-1,0]; у одной пациентки (2,7%) произошла дислокация ИОЛ через 3,5 месяца после операции.

Результаты аспирации вторичной катаракты представлены в таблице 6. У пациентов основной группы использовалась разработанная канюля для аспирации регенераторных элементов вторичной катаракты.

**Таблица 6. Острота зрения после операции, осложнения и рецидивы после аспирации**

| Показатель                         | Основная (n=21)                                  | Контрольная (n=16)                                 | p       |
|------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------|
| Острота зрения,<br>M ± SD (95% ДИ) | 0,55 ± 0,29<br>(0,41–0,68)                       | 0,22 ± 0,19<br>(0,12–0,32)                         | <0,001* |
| Осложнения<br>(абс. / %)           | Осложнение: 0 (0,0%)<br>Без осложнения: 21(100%) | Осложнение: 2 (12,5%)<br>Без осложнения: 14(87,5%) | 0,18    |
| Рецидивы<br>(абс. / %)             | Рецидив: 1/4,8%<br>Без рецидива: 20/95,2%        | Рецидив: 3 / 18,8%<br>Без рецидива: 13/81,2%       | 0,296   |

\* – различия показателей статистически значимы (p < 0,05)

Как видно из таблицы при оценке остроты зрения после операции с применением разработанной канюли была выявлена достоверно более высокая острота зрения (p < 0,001). У всех пациентов основной группы осложнений не было. В группе контроля у 2 пациентов развились осложнения: у одного – разрыв задней капсулы, у второго – иридоциклит. Шансы рецидива вторичной катаракты в основной группе были ниже в 4,62 раза, однако, различия шансов не были статистически значимыми (ОШ = 0,217; 95% ДИ: 0,020–2,314).

Результаты хирургической дисцизии вторичной катаракты в зависимости от использования разработанного синехиотома представлены в таблице 7.

**Таблица 7. Острота зрения после операции, количество осложнений и рецидивов**

| Показатель                                                | Основная группа (n=22)                             | Контрольная группа (n=25)                         | p      |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------|
| Острота зрения,<br>Me, [Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub> ] | 0,3 [0,1-0,65]                                     | 0,1 [0,02-0,3]                                    | 0,002* |
| Осложнения<br>(абс. / %)                                  | Осложнение: 2 (9,1%)<br>Без осложнения: 20 (90,9%) | Осложнение: 5 (20,0%)<br>Без осложнения: 20 (80%) | 0,423  |
| Рецидивы<br>(абс. / %)                                    | Без рецидива: 22/100%                              | Без рецидива: 25/100%                             | -      |

\* – различия показателей статистически значимы (p < 0,05)

Исходя из полученных данных при оценке остроты зрения после операции – в группе с применением предложенного синехиотома была выявлена достоверно более высокая острота зрения ( $p=0,002$ ).

Шансы развития осложнений в основной подгруппе были ниже в 2,5 раза, однако, различия шансов не были статистически значимыми (ОШ = 0,4; 95% ДИ: 0,069–2,309). У пациентов обеих групп рецидивов после операции отмечено не было.

Таким образом, технологии, предложенные для хирургического лечения пациентов с вторичной катарактой, были успешно применены и позволили достичь благоприятных результатов по остроте зрения и повышению эффективности лечения.

### **Результаты сравнительного анализа лечения пациентов вторичной катарактой на основе применения разработанного алгоритма**

Анализ остроты зрения пациентов после операции в обеих группах представлен в таблице 8.

**Таблица 8. Острота зрения после операции.**

| Показатель                                                          | Основная группа (n=120) | Контрольная группа (n=152) | p     |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|-------|
| Острота зрения после операции, Ме [Q <sub>1</sub> -Q <sub>3</sub> ] | 0,7 [0,4 - 0,8]         | 0,5 [0,2 - 0,7]            | 0,01* |

\* – различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ )

В соответствии с представленной таблицей 8 острота зрения пациентов после лечения в основной группе была достоверно более высокой ( $p = 0,01$ ).

Осложнения, возникшие после лечения вторичной катаракты представлены в таблице 9.

**Таблица 9. Ранние и поздние послеоперационные осложнения**

| Осложнения                 | Группы исследуемых, количество случаев, процентная доля от общего количества осложнений в группе |                            |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|                            | Основная группа (n=120)                                                                          | Контрольная группа (n=152) |
| <b>Ранние осложнения</b>   |                                                                                                  |                            |
| Офтальмогипертензия        | 1–0,83%                                                                                          | 1–0,66%                    |
| Кератопатия                | 1–0,83%                                                                                          | 0                          |
| Гифема                     | 0                                                                                                | 3–1,97%                    |
| Разрыв задней капсулы      | 0                                                                                                | 1–0,6%                     |
| Иридоциклит                | 2–1,66%                                                                                          | 4–2,63%                    |
| Повреждения (треки) на ИОЛ | 0                                                                                                | 4–2,63%                    |
| Помутнения СТ              | 0                                                                                                | 8–5,26%                    |
| Гемофтальм                 | 0                                                                                                | 1–0,66%                    |
| ИТОГО                      | 4–3,33%                                                                                          | 22–14,47%                  |
| <b>Поздние осложнения</b>  |                                                                                                  |                            |
| Дислокация ИОЛ             | 1–0,83%                                                                                          | 1–0,66%                    |
| ЭЭД роговицы               | 0                                                                                                | 1–0,66%                    |
| Синдром Ирвина-Гасса       | 0                                                                                                | 3–1,97%                    |
| Отслойка сетчатки          | 0                                                                                                | 2–1,32%                    |
| ИТОГО                      | 1–0,83%                                                                                          | 7–4,61%                    |
| ВСЕ ОСЛОЖНЕНИЯ             | 5–4,17%                                                                                          | 29–19,08%                  |

При сопоставлении данных о развитии ранних осложнений у пациентов обеих групп, были выявлены статистически значимые различия ( $p = 0,002$ ). Шансы развития ранних осложнений в основной группе были ниже в 4,91 раза, по сравнению с пациентами группы контроля, различия шансов были статистически значимыми (ОШ = 0,204; 95% ДИ: 0,068–0,609). Шансы развития поздних осложнений у пациентов основной группы были ниже в 5,75 раза, по сравнению с группой контроля, различия шансов не были статистически значимыми (ОШ = 0,174; 95% ДИ: 0,021–1,435) ( $p = 0,08$ ).

В результате сопоставления количества всех осложнений у пациентов после лечения, было установлено, что шансы развития осложнений в основной группе были ниже в 5,42 раза, по сравнению с группой контроля. Различия шансов были статистически значимыми (ОШ = 0,184; 95% ДИ: 0,069–0,493) ( $p < 0,001$ ).

Нами был выполнен анализ рецидивов вторичной катаракты у пациентов обеих групп (таблица 10).

**Таблица 10. Рецидив вторичной катаракты**

| Пациенты                   | Без рецидива, абс. (%) | Рецидив, абс. (%) | p      |
|----------------------------|------------------------|-------------------|--------|
| Основная группа (n=120)    | 116 (96,7%)            | 4 (3,3%)          | 0,003* |
| Контрольная группа (n=152) | 131 (86,2%)            | 21 (13,8%)        |        |

\* – различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ )

Исходя из полученных данных, было выявлено, что шансы рецидива в основной группе были ниже в 4,65 раза, различия шансов были статистически значимыми (ОШ = 0,215; 95% ДИ: 0,072–0,645) ( $p = 0,003$ ).

### Выводы

1. Использование усовершенствованных хирургических технологий лечения вторичной катаракты, определение оптимальной мощности лазерной энергии, применение разработанного алгоритма выбора метода лечения позволило повысить эффективность лечения пациентов с вторичной катарактой за счет снижения количества осложнений и увеличения остроты зрения с 0,2 [0,09-0,3] до 0,7 [0,4 - 0,8].

2. Экспериментальные исследования с применением высокоскоростного фотодетектора и лазерного виброметра PDV-100 позволили определить порог оптимальной энергии YAG-лазера для дисцизии вторичной катаракты, не превышающий 4,5 мДж ( $p = 0,001$ ), что снижает вероятность осложнений.

3. Усовершенствование хирургических технологий с сохранением задней капсулы хрусталика и с применением разработанного синехиотома позволило повысить эффективность лечения пациентов с вторичной катарактой, снизить количество осложнений и получить достоверно более высокую остроту зрения после операции ( $p < 0,001$ ;  $p = 0,002$  соответственно).

4. Использование разработанного алгоритма выбора метода лечения пациентов с вторичной катарактой, позволило снизить шансы развития ранних осложнений после лечения вторичной катаракты в 4,91 раза ( $p = 0,002$ ).

5. Сравнительный анализ результатов дифференцированного выбора тактики лечения пациентов с вторичной катарактой согласно разработанному алгоритму, показал более высокую остроту зрения ( $p = 0,01$ ), снижение риска развития осложнений в 5,42 раза ( $p < 0,001$ ) и рецидивов вторичной катаракты в 4,65 раз ( $p = 0,003$ ).

### Практические рекомендации

1. Целесообразно индивидуально подбирать тактику лечения пациентов с вторичной катарактой согласно разработанного нами алгоритма.
2. Проведение аспирации элементов вторичной катаракты в виде шаров Адамюка-Эльшнига рекомендуется с использованием разработанной канюли.
3. У пациентов с вторичной катарактой и синехиями в зоне зрачка или углу передней камеры, сращении и заращении зрачка, иридокорнеальных сращений – рекомендовано проведение хирургической дисцизии передним доступом с использованием разработанного нами синехиотома.

### Перспективы дальнейшей разработки темы

Использование результатов экспериментальных исследований являются перспективными в поиске оптимальных значений энергии при лазерной дисцизии вторичной катаракты. Целесообразно проведение дополнительных исследований влияния импульса офтальмологического YAG-лазера на структуры глаза.

### Список работ, опубликованных по теме диссертации:

1. Малов, В.М. К вопросу о тактике лечения вторичной катаракты у больных с высокой близорукостью / В.М. Малов, Е.Б. Ерошевская, И.В. Малов, Т.И. Крикун, Ю.В. Банцыкина // Рефракция. Самара. – 2015. – С.100-104.
2. Малов, И.В. К технологии лечения больных с вторичной катарактой / И.В. Малов, Е.Б. Ерошевская, В.М. Малов, Ю.В. Банцыкина // **Известия Самарского научного центра Российской академии наук.** – 2015. – Т.17, №5 (3) – С. 822-825.
3. Малов, И.В. Вторичная катаракта и ее лечение у больных с миопией / И.В. Малов, В.М. Малов, Е.Б. Ерошевская, Ю.В. Банцыкина // **Медицинский вестник Башкортостана.** – 2016. – Т. 11, № 1. – С. 19-21.
4. Малов, В.М. Фимоз кольца капсулорексиса / В.М. Малов, И.В. Малов, Е.Б. Ерошевская, Ю.В. Банцыкина // Точка зрения. Восток-Запад. (Москва) – 2016. – №3 – С.40-41.
5. Банцыкина, Ю.В. Особенности лечения вторичной катаракты у больных с миопией высокой степени / Ю.В. Банцыкина, Е.Б. Ерошевская, И.В. Малов // Научный журнал «Аспирант». г. Ростов-на-Дону – №1 – 2016. – С. 21-22.
6. Малов, И.В. Фиброз капсульного мешка после факоемульсификации катаракты / И.В. Малов, Е.Б. Ерошевская, В.М. Малов, Ю.В. Банцыкина // Евразийский союз ученых. – 2016. – № 3-2 (24). – С. 55-56.
7. Банцыкина, Ю.В. К технологии удаления вторичной катаракты / Ю.В. Банцыкина // Материалы научно-практической конференции «Молодые ученые – от технологий XXI века к практическому здравоохранению». – 2016. – С.78-79.
8. Малов, В.М. Стеноз кольца капсулорексиса / В.М. Малов, Е.Б. Ерошевская, И.В. Малов, Ю.В. Банцыкина // **Практическая медицина.** – 2016. – № 6 (98). – С. 81-83.
9. Банцыкина, Ю.В. Вторичная катаракта. Лечение и осложнения / Ю.В. Банцыкина // Материалы научно-практической конференции «Научные достижения молодых ученых XXI века в рамках приоритетных направлений стратегии научно-технологического развития страны». – 2017. – С. 81-82.

10. Малов, И.В. К выбору метода лечения вторичной катаракты / И.В. Малов, Ю.В. Банцыкина, Е.Б. Ерошевская, В.М. Малов // Научно-практический медицинский журнал «**Практическая медицина**». Офтальмология. – 2017 – №9 (110) – Т. 2 – С. 122-125.
11. Банцыкина, Ю.В. Иссечение фиброзноизмененной задней капсулы хрусталика с использованием витреотома / Ю.В. Банцыкина Ю.В. Шишин //Материалы всероссийской научно-практической конференции «Исследования молодых ученых в решении актуальных проблем медицинской науки и практики». – 2018 – С.56-57.
12. Банцыкина, Ю.В. Методы профилактики развития послеоперационного помутнения задней капсулы хрусталика. Обзор литературы / Ю.В. Банцыкина, И.В. Малов, Е.Б. Ерошевская, В.М. Малов // Научно-практический медицинский журнал «**Практическая медицина**». Офтальмология. – 2018 – №3 (114) – С. 20-24.
13. Банцыкина, Ю.В. Частота, причины, патогенез, формы, классификации и клинические проявления вторичной катаракты / Ю.В. Банцыкина, И.В. Малов, Е.Б. Ерошевская, В.М. Малов // **Аспирантский вестник Поволжья**. – 2018. – № 1–2. – С. 145-152.
14. Банцыкина, Ю.В. Микроинвазивная 25-Gauge хирургическая дисцизия фиброзно-изменённой задней капсулы хрусталика / Ю.В. Банцыкина // Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2019 – С.98-100.
15. Малов, И.В. Проблемы катаракты у больных с миопией высокой степени (клинический случай) / И.В. Малов, Ю.В. Банцыкина, В.М. Малов, Е.Б. Ерошевская, О.В. Павлова // **Аспирантский вестник Поволжья**. – 2019. – № 5–6. – С. 67–71.
16. Bantsykina, I. A little about the safety of the YAG laser in ophthalmology / I. Bantsykina // Материалы всероссийской научно-практической конференции «Молодые ученые: научные исследования и инновации». – Самара. – 2020. – С.401-403.
17. Bantsykina, Iu.V. Clinical case of visual axis opacification after primary posterior capsulorhexis / Iu.V. Bantsykina, I.V. Malov, I.I. Shteyner // **Kazan Medical Journal**. – 2022. – Т. 103. – № 5. – С. 851-855.

### Патенты

1. Пат.161541 Российская Федерация, МПК А 61 F 9/007 А 61 В 17/00. Канюля для лечения вторичной катаракты [Текст] / Малов И.В., Ерошевская Е.Б., Малов В.М., Банцыкина Ю.В; заявитель и патентообладатель ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет» МЗ РФ. – N 2015155858/14; заявл. 24.12.2015; опубл. 27.04.2016, Бюл. N 12 - 7 с.: ил.
2. Пат. 191160 Российская Федерация, МПК А 61 В 17/32. Синехиотом [Текст] / Малов И.В., Банцыкина Ю.В, Ерошевская Е.Б., Малов В.М.; заявитель и патентообладатель ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет» МЗ РФ. – N 2019107312; заявл. 14.03.2019; опубл. 25.07.2019, Бюл. N 21 - 5 с.: ил.