

*На правах рукописи*



**Дымов Алим Мухамедович**

**Оперативное лечение урологических больных с применением  
волоконного тулиевого лазера**

3.1.13. Урология и андрология

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора медицинских наук

Москва – 2023

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)

**Научный консультант:**

академик РАН, доктор медицинских наук, профессор

**Глыбочко Петр Витальевич**

**Официальные оппоненты:**

**Мартов Алексей Георгиевич** – член-корр. РАН, доктор медицинских наук, профессор, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Городская клиническая больница имени Д.Д. Плетнёва Департамента здравоохранения города Москвы», отделение урологии, заведующий отделением; Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства, кафедра урологии и андрологии, заведующий кафедрой

**Котов Сергей Владиславович** – доктор медицинских наук, доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, лечебный факультет, кафедра урологии и андрологии, заведующий кафедрой

**Малхасян Виген Андреевич** – доктор медицинских наук, профессор, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Городская клиническая больница имени С.И. Спасокукоцкого Департамента здравоохранения города Москвы», урологическое отделение №4, заведующий отделением; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра урологии, профессор кафедры

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится «19» июня 2023 года в 13:00 на заседании диссертационного совета ДСУ 208.001.26 при ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) по адресу: 19435, Москва, ул. Большая Пироговская, д. 2, стр. 1

С диссертацией можно ознакомиться в ЦНМБ ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) по адресу: 119034, г. Москва, Зубовский бульвар, д.37/1 и на сайте [www.sechenov.ru](http://www.sechenov.ru).

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

Ученый секретарь диссертационного совета  
доктор медицинских наук, профессор

**Тельпухов Владимир Иванович**

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность темы исследования**

В структуре урологических заболеваний мочекаменная болезнь (МКБ) занимает 3-е место и уступает только инфекциям мочевыводящих путей (МВП) и заболеваниям предстательной железы. В 2005 году в Российской Федерации зарегистрировано 656 911 случаев МКБ, в 2019 году было выявлено 889 891 случай, в 2020 году, а в 2020 году было диагностировано 790 330 случаев МКБ. Прирост заболеваемости уролитиазом с 2005 по 2019 гг. составил 35,45% [1]

Среди причин госпитализации по поводу урологических заболеваний ведущее место занимает мочекаменная болезнь (МКБ), а второе – гиперплазия предстательной железы (ГПЖ), составляя 28,3% и 13,4%, соответственно [2]

Рак мочевого пузыря (РМП), в свою очередь, является наиболее часто встречаемой злокачественной опухолью мочевыводящих путей [3] и по заболеваемости в России занимает 9-е место в структуре онкопатологии у мужчин и 16-е место у женщин [4]. Согласно данным Глобальной Обсерватории Рака ВОЗ (Global Cancer Observatory) заболеваемость раком мочевого пузыря во всем мире за 2020 год составила более 573 тысяч новых случаев и заняла 7 место в структуре онкопатологии среди мужского населения и 10 место среди представителей обоих полов [5]. В России за 2021 год было выявлено 14857 новых случаев злокачественных новообразований мочевого пузыря, средний возраст больных составил 67,2 лет, а прирост заболеваемости по данным с 2010 по 2020 гг. – 21,46% [6].

В связи с большой распространенностью этих заболеваний и высокой частотой рецидивирования не прекращается поиск и разработка новых малоинвазивных и эффективных методик лечения данных патологий. На сегодняшний день все больший интерес вызывают различные хирургические вмешательства с применением лазерных систем. Одной из таких систем является тулиевый волоконный лазер (ТВЛ), представляющий собой инновационную технологию, отличную от давно известного тулиевого твердотельного лазера. В развитии данной технологии ведущее место в мире принадлежит отечественным разработчикам – НТО ИРЭ-Полус. Оценка возможностей применения данной новой технологии в лечении пациентов с мочекаменной болезнью, гиперплазией предстательной железы, опухолями мочевого пузыря является актуальной задачей современной эндоурологии.

### **Степень разработанности темы исследования**

Современные подходы в оперативном лечении больных мочекаменной болезнью и гиперплазией простаты характеризуются очевидной тенденцией к преобладанию малоинвазивных эндоскопических технологий. Это стало возможным во многом благодаря

развитию лазерных технологий, а в ряде случаев, возможность применения лазерного излучения предопределила развитие целого направления в лечении мочекаменной болезни – ретроградной интратанальной литотрипсии. Современную эндоурологию невозможно представить без лазерных технологий, наиболее распространенной из которых является гольмиевый лазер. Однако, актуальным является поиск новых решений, которые позволили бы улучшить результаты лечения урологических пациентов. Одним из перспективных направлений является новая для урологии технология – тулиевый волоконный лазер, оценка возможностей применения которой является актуальной задачей.

### **Цель исследования**

Оценить роль новых отечественных тулиевых волоконных лазеров в современной эндоурологии.

### **Задачи исследования:**

1. Изучить эффективность и безопасность применения тулиевого волоконного лазера в лечении пациентов с образованиями мочевого пузыря.
2. Провести сравнительный анализ эффективности удаления опухоли мочевого пузыря единым блоком с помощью ТВЛ и стандартной ТУР.
3. Исследовать эффективность и безопасность применения тулиевого волоконного лазера в лечении пациентов с гиперплазией предстательной железы.
4. Оценить преимущества новых оперативных техник и режимов лазерного излучения для удаления гиперплазированной ткани простаты с использованием ТВЛ.
5. Провести экспериментальные доклинические исследования механизмов литотрипсии и явления ретропульсии.
6. Проанализировать эффективность и безопасность применения тулиевого волоконного лазера в лечении пациентов с мочекаменной болезнью.
7. Оценить возможности новых режимов лазерного излучения ТВЛ для повышения эффективности разрушения мочевого камня.

### **Научная новизна**

Впервые в стране и мире научно обоснованы и систематизированы преимущества тулиевого волоконного лазера. Впервые проведен комплексный анализ возможностей применения новой линейки современных отечественных тулиевых волоконных лазеров в лечении пациентов с гиперплазией предстательной железы, мочекаменной болезнью и опухолью мочевого пузыря. Представлены клиничко-экспериментальное обоснование преимуществ

использования новых предложенных режимов излучения ТВЛ, а также сравнительный анализ различных лазерных установок. Предложены новые оперативные техники, а также режимы используемого излучения ТВЛ, позволяющие улучшить результаты лазерной энуклеации гиперплазии простаты. Продемонстрирована возможность удаления опухоли дивертикула мочевого пузыря и предложен новый способ удаления доброкачественных образований (лейомиом) мочевого пузыря с использованием ТВЛ. Научно доказаны преимущества и эффективность новых разработанных режимов и видов лазерного импульса для литотрипсии.

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

Проведено клинико-экспериментальное обоснование использования новых тулиевых волоконных лазеров в лечении пациентов с гиперплазией простаты, мочекаменной болезнью, опухолью мочевого пузыря. Предложены новые подходы в технике операций: лазерная энуклеация гиперплазии простаты с ранним освобождением сфинктера, удаление лейомиомы и опухоли дивертикула мочевого пузыря. Разработан и апробирован в клинической практике новый «импульс минимальной ретропульсии». Представлены и изучены новые режимы («высокоэнергетические») для выполнения лазерной энуклеации гиперплазии. Вышеперечисленные новшества позволили улучшить результаты оперативного лечения данной категории больных. Сформулированные на основе полученного опыта практические рекомендации могут облегчить внедрение новых высокоэффективных лазерных технологий в клиническую практику урологов по всей стране.

### **Методология и методы исследования**

Диссертационная работа выполнена по принципам и правилам доказательной медицины. Экспериментальные работы по разработке и оценке новых режимов излучения ТВЛ были проведены на базе НИИ Урологии и репродуктивного здоровья человека Сеченовского Университета и НТО ИРЭ-Полюс. Все клинические исследования ТВЛ проходили в стенах Клиники Урологии им. Р.М. Фронштейна Университетской Клинической больницы №2 Сеченовского Университета. Выводы настоящей работы сформулированы на основании результатов анализа 197 пациентов с образованиями мочевого пузыря, 348 пациентов с гиперплазией простаты, 205 пациентов с мочекаменной болезнью, оперированных в клинике урологии Сеченовского Университета. Настоящее исследование основано на сравнительном анализе отдельных репрезентативных групп клинических наблюдений, характеризующихся сопоставимостью объектов научно-практического интереса (группы пациентов с немышноинвазивным раком мочевого пузыря, гиперплазией предстательной железы,

мочекаменной болезнью), единством применённого метода лечения (хирургический), но различными способами его реализации: (традиционными и с использованием нового современного лазерного оборудования), следовательно, является прикладным. Объективность обеспечена соблюдением требований к сопоставимости наблюдений в сравниваемых группах.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Удаление опухоли мочевого пузыря единым блоком с помощью тулиевого волоконного лазера является более эффективным и безопасным способом хирургического лечения пациентов с немышечноинвазивным раком мочевого пузыря по сравнению со стандартной трансуретральной электрорезекцией.
2. Эндоскопическое иссечение доброкачественных образований мочевого пузыря (лейомиом) с использованием тулиевого волоконного лазера является малотравматичным методом радикального и безопасного их удаления.
3. Использование тулиевого волоконного лазера позволяет эффективно, безопасно и прецизионно удалять опухоли из дивертикулов мочевого пузыря, что не только позволяет получить материал для правильной верификации диагноза, но в ряде случаев является единственной возможностью оперативного удаления опухоли.
4. Эндоскопическая энуклеация гиперплазированной ткани с помощью нового отечественного тулиевого волоконного лазера FiberLase (НТО ИРЭ-Полус, Россия) является высокоэффективным и безопасным способом хирургического лечения пациентов с доброкачественной гиперплазией предстательной железы.
5. Использование техники удаления гиперплазии простаты единым блоком с предложенной методикой раннего освобождения сфинктера мочеиспускательного канала в ходе лазерной тулиевой волоконной энуклеации гиперплазии простаты позволяет минимизировать время операции и частоту стрессового недержания мочи в ближайшем послеоперационном периоде.
6. Применение излучения тулиевого волоконного лазера с минимальной длительностью и высокой энергией импульса при сохранении общей средней мощности позволяет уменьшить степень карбонизации тканей и увеличить «механическую» диссекцию тканей, тем самым облегчить выполнение лазерной энуклеации гиперплазии простаты.
7. Тулиевый волоконный лазер является эффективным и безопасным инструментом для разрушения камней у пациентов с мочекаменной болезнью как в режиме фрагментации, так и в режиме распыления.

8. Применение нового импульса минимальной ретропульсии позволяет практически исключить последнюю в ходе литотрипсии, повышая эффективность хирургического лечения пациентов с мочекаменной болезнью.

### **Степень достоверности и апробация результатов**

Полученные результаты и научные положения диссертации основаны на результатах проведенных экспериментальных работ, обобщении опыта проведения хирургических операций при мочекаменной болезни, гиперплазии предстательной железы, опухоли мочевого пузыря с использованием тулиевого волоконного лазера, анализе и систематизации данных клинического материала и включают разработку инновационного способа удаления опухоли мочевого пузыря и освобождения сфинктера уретры при лазерной энуклеации гиперплазии простаты. Репрезентативная выборка, достаточный период наблюдения за больными, детальный анализ исходов лечения наряду с применением адекватных методов статистической обработки данных свидетельствуют о сопоставимости и достоверности результатов.

Основные положения работы доложены на Конгрессе Российского общества урологов (Москва, 2017; Екатеринбург, 2018; Ростов-на-Дону, 2019; online, 2020; Москва, 2022), Конгрессе Российского общества по эндоурологии и новым технологиям (Санкт-Петербург, 2018; online, 2020; Москва, 2022), Конгрессе «Мужское здоровье» (Сочи, 2020; 2021; 2022), Форуме с международным участием «Опухоли малого таза» (Калининград, 2019); III Всероссийской научно-практической конференции «Урологический клуб – «Мартовские» встречи» (Барнаул, 2021), Научно-практической конференции «Диагностика и эндовидеохирургические методы лечения объемных образований почек и органов малого таза» (Красногорск, 2021), Междисциплинарной научно-практической конференции с международным участием «Endourocenter meeting» (Санкт-Петербург, 2021), мастер-классе с международным участием и живой хирургией «Высокие технологии в урологии» (Москва, 2017, 2018), Конгрессе Американской урологической ассоциации (Бостон, 2017; Сан – Франциско, 2018, Чикаго, 2019, Новый Орлеан, 2022), Конгрессе Европейской Урологической Ассоциации (Лондон, 2017, Копенгаген 2018, Барселона 2019, 2022 гг), Всемирном конгрессе Обществам по Эндоурологии и Уротехнологиям (Ванкувер, 2017, Париж, 2018, Абу Даби, 2019, Сан – Диего, 2022 гг), Международной конференции «Advancements in Endourology» (Ахмедабад, Индия, 2019).

### **Внедрение в практику**

Результаты диссертационного исследования Дымова Алима Мухамедовича внедрены в работу клиники урологии им. Р.М. Фронштейна Первого МГМУ им. И. М. Сеченова. Фрагменты работы включены в лекционный материал для курсантов, ординаторов и аспирантов Института урологии и репродуктивного здоровья человека Первого МГМУ им. И. М. Сеченова, студентов федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), а также для специалистов урологов, онкологов в рамках образовательных программ Национального медицинского исследовательского центра по профилю «урология» ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет).

### **Личный вклад автора**

Автор самостоятельно сформулировал цель и задачи исследования, разработал дизайн экспериментов, провел обследование большинства пациентов, выполнил оперативные вмешательства у большинства пациентов, осуществил динамическое наблюдение за ними, выполнил статистический анализ полученных результатов и подготовил материалы диссертационного исследования для печати в виде статей. Таким образом, вклад автора является определяющим и заключается в непосредственном участии во всех этапах исследования от постановки цели и задач до обсуждения результатов и формулировки выводов.

### **Публикации**

По результатам исследования автором опубликована 21 работа, в том числе 12 научных статей в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий Университета / Перечень ВАК при Минобрнауки России, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук; 9 статей в изданиях, индексируемых в международных базах (Web of Science, Scopus, PubMed, MathSciNet, zbMATH, Chemical Abstracts, Springer); 2 патента.

### **Соответствие паспорту научной специальности**

Диссертация соответствует пункту 3 «Экспериментальная и клиническая разработка методов лечения урологических и андрологических заболеваний и внедрение их в клиническую практику». паспорта научной специальности 3.1.13 – Урология и андрология.



## **Объём и структура диссертации**

Диссертация изложена на 248 листах машинописного текста, состоит из введения, 4 глав, выводов, практических рекомендаций и списка литературы, включающего 28 отечественных и 279 иностранных источников. Работа содержит 56 таблиц и 53 рисунка.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Сравнительное исследование эффективности и безопасности трансуретральной резекции и лазерной резекции единым блоком стенки мочевого пузыря с опухолью**

#### **Материалы и методы исследования**

Исследование проводилось проспективно и включало пациентов с впервые выявленным раком мочевого пузыря стадии Ta-T1, оперированных с января 2015 по ноябрь 2020 г. Обязательным условием вхождения в исследование было информированное письменное согласие. Все операции выполнялись в стенах клиники урологии Сеченовского университета четырьмя хирургами, имеющими большой опыт трансуретральной хирургии опухолей мочевого пузыря – более 100 ТУРМП и 50 резекций стенки мочевого пузыря с опухолью единым блоком.

Критерии включения:

1. Информированное согласие на участие в исследовании;
2. Впервые выявленный уротелиальный рак мочевого пузыря;

Критерии не включения пациентов в исследование:

1. Одновременное оперативное вмешательство по поводу гиперплазии простаты (трансуретральная резекция простаты, эндоскопическая энуклеация простаты);
2. Наличие папиллярных образований верхних мочевых путей;

Критерии исключения пациентов из исследования:

1. Отсутствие уротелиального рака при патоморфологическом исследовании;
2. Чистая карцинома in situ (CIS) без папиллярной опухоли стадии Ta-T1;
3. Другие морфологические типы рака мочевого пузыря кроме переходноклеточного рака;
4. Стадия T2 и более, выявленная при патоморфологическом исследовании;
5. Смерть пациента в течение первого года наблюдения от других причин кроме РМП;
6. Период наблюдения за пациентом менее 1 года;
7. Отказ пациента от дальнейшего участия в исследовании;

## Техника лазерной эн блок резекции стенки мочевого пузыря с опухолью (ЛЭРМП)

Для ЛЭРМП был использован тулиевый волоконный лазер «Уролаз U1» фирмы IRE – Polus (FiberLase U1 (NTO IRE-Polus, Russia)) мощностью 120 Вт и лазерное волокно диаметром 600 мкм. Режимы работы были следующими: длина волны – 1,94 мкм, энергия излучения – 1,0 Дж, частота – 10 Гц, мощность 10 Вт. Технические аспекты лазерной резекции единым блоком были описаны и опубликованы в 2018 году [7].

Операция ЛЭРМП производилась при достаточном для адекватного расправления стенки наполнении мочевого пузыря. Резекция начинается с рассечения слизистой в пределах визуально неизменной ткани, отступя от края основания опухоли 5–10 мм. При небольших размерах образования возможно рассечение слизистой по всей окружности вокруг основания опухоли для разметки границы резекции. Далее выполняется рассечение более глубоких слоев стенки мочевого пузыря, включая волокна детрузора, которые легко идентифицируются в виде белых тяжей (волокон). При больших размерах образований и широкого основания опухоли, а также невозможности исходного определения границ резекции при первичной инцизии выполняется последовательное рассечение, начиная от ближнего края опухоли и, в дальнейшем, продолжая движение по контуру основания. При вхождении в мышечный слой между поверхностными и глубокими волокнами детрузора лазерное волокно направляется параллельно стенке мочевого пузыря, что позволяет соблюдать точную плоскость реза. При этом, помимо возможности использования клюва лазероскопа по принципу «pull and cut» («тяни и режь»), гидродиссекция за счет тока ирригационной жидкости обеспечивает

дополнительное разведение и натяжение волокон на границе заданного слоя. Физические свойства лазерного излучения позволяют проводить резекцию бескровно, а при наличии более крупных сосудов – осуществлять гемостаз за счет расфокусировки луча. Такое углубление реза и вхождение в мышечный слой происходят не в одном направлении, а одновременно расширяется вдоль всего намеченного периметра.

Использование лазерной энергии позволяет точно дифференцировать мышечные волокна, особенно более тонкие поверхностные от глубоких, более толстых. Отсюда вхождение в мышечный слой и рассечение волокон возможно одновременно производить из разных начальных точек с соблюдением одной глубины резекции.

По окончании операции опухоль с основанием эвакуируется из просвета мочевого пузыря, проверяются сформированное ложе на наличие кровотечения и радикальность резекции – циркулярный край слизистой должен быть неизменным, а волокна детрузора - «чистыми».

Если размер образования превышает 30 мм, возможно использование техники двухэтапного отсечения. В этом случае выполняется отсечение экзофитной части опухоли от основания при

помощи лазерного излучения, что позволяет это сделать с минимальной кровопотерей. В дальнейшем производится морцелляция отсеченной обескровленной ткани из полости мочевого пузыря, и затем производится резекция единым блоком основания опухоли по описанной выше технике.

При расположении образования на передней стенке единственным отличием техники является необходимость в помощи ассистента: бимануальной пальпации. Ассистент, надавливая на брюшную стенку пациента, приближает переднюю стенку мочевого пузыря к инструменту и делает опухоль досягаемой. При расположении опухоли в области устья мочеточника возможность выполнения крайне деликатного, прецизионного рассечения ткани позволяет при интимном прилежании устья выполнить иссечение опухоли без повреждения последнего. В случае отсутствия уверенности в сохранности устья мочеточника после проведения резекции возможно выполнение дренирования верхних мочевых путей катетером-стентом. При прикрытии устья опухолью и невозможности его идентификации возможно выполнение резекции единым блоком опухоли вместе с устьем и в дальнейшем установки катетера-стента. При расположении опухоли в области шейки мочевого пузыря возможно использование более высоких мощностей, например, 1 Дж, 30 Гц, 30 Вт.

### **Статистическая обработка данных**

Для расчёта объёма выборки на этапе планирования исследования был использован z-тест для модели логистического регрессионного анализа (программное обеспечение G\*Power версия 3.1.9.7), желаемая мощность принималась равной 0,8. На этапе обработки данных аналогичная модель была использована для расчёта действительной мощности исследования. Статистическая обработка данных была проведена с использованием программного обеспечения IBM SPSS Statistics версия 26.0.0.0 (IBM, 2019). Данные были проверены на нормальность с использованием критериев Колмогорова-Смирнова,  $\omega^2$  Крамера-Мизеса-Смирнова, Шапиро-Уилка. Оценка значимости различий в исследуемых группах была проведена с применением t-критерия Стьюдента (для нормально распределённых количественных переменных), критерия Манна-Уитни (для ненормально распределённых количественных переменных), Хи-квадрата Пирсона и F-критерия Фишера (для номинальных переменных). Для оценки предиктивной функции исследуемых переменных был использован одно- и многофакторный логистический регрессионный анализ и модель Кокса с зависящими от времени ковариантами.

### Результаты

В исследование было включено 256 пациентов с впервые выявленным раком мочевого пузыря стадии Ta-T1, оперированные с января 2015 по ноябрь 2020 г. В ходе исследования 69 пациентов были исключены из дальнейшего анализа согласно критериям исключения.

Традиционная ТУР была выполнена 69 пациентам, среди которых 43 пациентам была выполнена монополярная резекция и 26 – биполярная, в исследовании различия этих видов электрохирургии не учитывались, и эти пациенты были объединены в одну группу. Лазерная резекция опухолей мочевого пузыря единым блоком (ЛЭРМП) выполнена 118 пациентам при помощи тулиевого волоконного лазера (ТВЛ) (Таблица 1).

Таблица 1 – Распределение пациентов по группам

	ТУР		ЛЭРМП	Всего
	Монополярная	Биполярная		
Кол-во пациентов	43	26	118	187

Сравнительная характеристика предоперационных параметров групп представлена в Таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика предоперационных параметров групп

Параметр	ТУР n = 69	ЛЭРМП n = 118	Критерий	p-value
Пол	М – 54 Ж – 15 М : Ж = 3.6 : 1	М – 91 Ж – 27 М : Ж = 3.37 : 1	Хи-квадрат	0,857
Возраст	Средний – 61,68	Средний – 58,52	Т-критерий Стьюдента	0.098
Размер опухоли	Средний – 20.68	Средний – 17.87	U-критерий Манна-Уитни	0.151
Опухоли более 3 см (всего 68)	8 (11.6%)	30 (25.4%)	Хи-квадрат	0,023
Количество опухолей	Мода и медиана – 1	Мода и медиана – 1	U-критерий Манна-Уитни	0,013
Единичная опухоль/множественная опухоль	1:1,3 (30:39)	1:3,07 (29:89)	Хи-квадрат	0,007

ТУР была выполнена 54 мужчинам и 15 женщинам, соотношение 78,26% /21,74% (3,6:1). ЛЭРМП была выполнена 91 мужчинам и 27 женщинам, соотношение 77,12% / 22,88% (3,37:1). Различия оказались статистически не значимыми ( $p=0,857$ ).

В нашей серии наблюдений средний возраст пациентов в группе ТУР составил 61,68 года ( $SD = 12,33$  лет). Минимальный возраст составил 32 года, максимальный – 87 лет. Средний возраст пациентов в группе ЛЭРМП составил 58,52 лет ( $SD = 12,70$  лет). Минимальный – 22 года, максимальный – 82 года. Статистически значимых различий в возрастной структуре групп обнаружено не было ( $p=0,098$ ).

У 187 пациентов в 2 группах была проанализирована локализация 318 опухолей. Наиболее частыми локализациями в обеих группах оказались боковые и задняя стенки

В данном исследовании в группе ТУР локализация опухолей в области правой и левой боковых стенок мочевого пузыря в сумме составила 38,35% ( $n=51$ ). В 18 наблюдениях из 51 при локализации опухоли на боковой стенке (35,29%) отмечена стимуляция запирающего нерва, приведшая к перфорациям стенки мочевого пузыря до адвентициального слоя, однако не потребовавших дополнительного хирургического вмешательства, а лишь продленного дренирования мочевого пузыря. На передней стенке или в области дна мочевого пузыря были локализованы 14,59% ( $n=39$ ) опухолей, из них в 2 наблюдениях при выполнении ЛЭРМП была выполнена конверсия в ТУР в связи с нехваткой длины лазероскопа при расположении опухоли в области дна мочевого пузыря. Необходимо отметить, что в обоих наблюдениях пациенты имели значительно увеличенную ёмкость МП вследствие инфравезикальной обструкции, вызванной доброкачественной гиперплазией простаты.

Что касается размеров опухолей, в группе ТУР средний размер опухолей составил 20,68 мм (от 6мм до 40мм,  $Me = 17$  мм,  $Q1=12$  мм,  $Q3=22$ мм), в группе ЛЭРМП – 17,87 мм (от 4мм до 46мм,  $Me – 20$  мм,  $Q1 = 10,5$ мм;  $Q3=29$ мм), различия в группах оказались статистически незначимыми ( $p=0,151$ ). Однако, по проценту пациентов с большими опухолями (наибольший размер опухоли  $>30$ мм) группы оказались неуравновешенными ( $p=0,023$ ): в группе ТУР процент пациентов с большими опухолями составил 11,59% ( $n=8$ ), а в группе ЛЭРМП – 25,42% ( $n=30$ ).

Количество опухолей у одного пациента в группе ТУР варьировало от 1 до 9, а в группе ЛЭРМП – от 1 до 8. Моды и медианы в обеих выборках оказались одинаковы и равны 1. В группе ТУР соотношение единичных опухолей к множественным оказалось практически равным (единичные опухоли – 56,52% ( $n=39$ ); множественные – 43,48% ( $n=30$ )), а в группе ЛЭРМП количество пациентов с единичными опухолями оказалось значительно больше (единичные опухоли – 75,42% ( $n=101$ ); множественные - 24,58% ( $n=29$ )).

В 76,27% при выполнении ЛЭРМП удалось извлечь опухоль без нарушения её целостности в просвете МП, то есть единым блоком, что предотвращает свободное флотирование фрагментов

опухоли.

В группу «с нарушением целостности массива опухоли» вошли 97 пациентов: к ним были отнесены все пациенты группы ТУР (n=69), а также 28 пациентов группы ЛЭРМП, у которых в процессе операции массив опухоли подвергался разрушению: методика «вершки-корешки» (n=5), «морцелляция» (n=11) и «фрагментация» (n=12).

Период наблюдения для всех пациентов составил не менее 12 месяцев. При анализе влияния нарушения целостности массива опухоли в полости МП на частоту рецидивирования при однофакторном анализе было установлено влияние на общее количество рецидивов при сроке наблюдения 12 месяцев. Несмотря на то, что корреляции при продолжительности наблюдений менее одного года оказались статистически не значимыми, отмечена тенденция к снижению частоты рецидивирования НМИРМП при сохранении целостным массива опухоли (Таблица 3).

Таблица 3 – Влияние нарушения целостности массива опухоли на частоту рецидивирования НМИРМП

	ОШ (95%ДИ)	Критерий	Уровень значимости (p)
3 месяца	3.333 (0,887–12,528)	Точный критерий Фишера	0,084
6 месяцев	1.954 (0,641–5,955)	Точный критерий Фишера	0,287
12 месяцев de novo	2,000 (0,811–4,933)	Хи-квадрат	0,127
12 месяцев всего	2.772 (1,313–5,852)	Хи-квадрат	0,006

Для оценки влияния фактора (нарушение целостности массива опухоли) на частоту рецидивирования в период от 1 до 5 лет пациенты, наблюдавшиеся до 1 года, включительно были исключены из анализа. В анализ вошли 150 пациентов, наблюдавшиеся на протяжении от 1 до 5 лет, из них 65 пациентов входили в группу ТУР и 85 пациентов – в группу ЛЭРМП

Стоит отметить, что медиана периода наблюдения в группе ТУР составила 3 года (Q1=2, Q3=5), а в группе лазерной резекции медиана составила 2 года (Q1=1, Q3=3).

Выявлено статистически значимое снижение общего количества рецидивов при периоде наблюдения 1–5 лет в группе ЛЭРМП (Таблица 4), однако, необходимо учитывать большую продолжительность наблюдения пациентов в группе ТУР.

Таблица 4 – Риск развития рецидива в группе ТУР относительно ЛЭРМП

Период наблюдения	ОШ (95%ДИ)	Уровень значимости (p)
1–5 лет de novo	1,462 (0,665–3,210)	0,343
1–5 лет всего	2,151 (1,090–4,245)	0,026

В нашей серии наблюдений в группе ТУР детрузор был определен в 50,72% (n=35), а невозможность оценить параметр Т (глубину инвазии) составила 7,25% (n=5). Определение дополнительных морфологических параметров оказалось еще более затруднительным: субклассификация Т1 (Т1a/b) не была выполнена ни в одном наблюдении, а оценка края резекции оказалась возможной в 2 наблюдениях.

Статистически значимых различий по количеству пациентов с группами Та и Т1 в группах ЛЭРМП и ТУР не были выявлены. Соотношение Та/Т1 в группе ТУРМП составило 34,8% / 58,0%, а в группе лазерной резекции единым блоком – 33,9% / 65,3%.

По глубине инвазии в группе ТУР удалось стадировать 92,8% пациентов, у 7,2% (n=5) стадия Т после операции осталась неопределенной (Тх), что по современным клиническим рекомендациям требует повторной операции для определения стадии опухолевого процесса. Всем пациентам с неопределенной стадией Т была выполнена реТУР. В группе ЛЭРМП пациентов со стадией Тх не оказалось в связи с тем, что детрузор присутствовал во всех резецированных опухолях. Невозможность оценить параметр Т оказалась статистически значимо чаще в группе (p <0,001).

По классификации ВОЗ 1973г (G1/G2/G3) были оценены все пациенты в обеих группах. По критерию G (ВОЗ 1973) группы ТУР и ЛЭРМП оказались гетерогенны: в группе ТУР преобладали пациенты с умеренно дифференцированным РМП (G2) – 53,6% (n=37), а в группе ЛЭРМП превалировали пациенты с высокодифференцированными опухолями (G1) – 61,9% (n=73). Различия по соотношению пациентов в группах по критериям G1 и G2 (ВОЗ 1973) оказались статистически значимыми (p <0,001 и p=0,006, соответственно). Различие в соотношении по критерию G3 оказалось статистически незначимым (p=0,176). В группе ТУР процент пациентов с низкодифференцированными опухолями составил – 11,6% (n=8), а в группе ЛЭРМП — 5,9% (n=7)

По классификации ВОЗ 2004/2016г (PUNLMP/LG/HG) были оценены 44,93% (n=31) пациентов группы ТУР и 85,71% (n=102) пациентов группе ЛЭРМП. PUNLMP была установлена в 8,8% (n=9) наблюдениях группы ЛЭРМП, в группе ТУР не было зарегистрировано ни одного случая. Low Grade (LG) опухоли были выявлены в 74,2% (n=23) наблюдений в группе ТУР и в 59,8% (n=61) в группе ЛЭРМП. High Grade опухоли диагностированы у 25,8% (n=8) пациентов в группе ТУР и у 31,4% (n=32) пациентов в группе ЛЭРМП.

Наличие детрузора в препарате в группе ТУР составило всего 50,7% (n=35), в то время как в группе ЛЭРМП этот процент составил 92,4% (n=109), что оказалось статистически значимым ( $p < 0,001$ ). В 9 наблюдениях в группе ЛЭРМП патоморфологические заключения не содержали данные о наличии или отсутствии элементов детрузора в препаратах, из них в 3-х наблюдениях была установлена стадия TaG1. По данным 4-х заключений опухоли имели стадии T1, две из них – G1, и две – G2. Однако, во всех 9 наблюдениях был описан отрицательный хирургический край в патоморфологических заключениях. Данные о частоте развития осложнений в группах ЛЭРМП и ТУР представлены в Таблице 5.

Таблица 5 – Частота развития осложнений в двух группах

Переменные	ТУР n = 69	Лазер n = 118	p-value
Стимуляция запирающего нерва	26,1% (18)	0	<0,001
Перфорация случайная	15,9% (11)	0	<0,001
Кровотечение	4,3% (3)	0,8% (1)	0,143
Инфекционно-воспалительные	7,2% (5)	6,8% (8)	0,904
Стриктура уретры	9,1% (5)	9,7% (9)	0,906

В группе ЛЭРМП не было отмечено ни одного случая стимуляции запирающего нерва, что объясняется природой лазерного излучения, как описывалось ранее. В группе ТУР данное осложнение, а это стоит считать именно осложнением, так как резкое сокращение приводящих мышц нижних конечностей приводит к активным позиционным изменениям и, соответственно, ассоциировано со значительным увеличением риска перфорации стенки мочевого пузыря, было зафиксировано в 26,1% наблюдений (n=18).



Обязательным критерием для диагностики перфорации было наличие затека контрастного вещества из мочевого пузыря при цистографии. Случайных перфораций в группе ЛЭРМП не было зарегистрировано, а в группе ТУР было зафиксировано 11 случаев (15,9%). Во всех случаях перфорация была выявлена визуально в результате стимуляции запирательного нерва. Внутривентрикулярные перфорации и, как следствие, необходимость ревизии органов брюшной полости и ушивания дефекта не были зарегистрированы, во всех наблюдениях перфорации не потребовали дополнительных оперативных вмешательств и были купированы посредством пролонгированной катетеризации. В группе ЛЭРМП в 18 наблюдениях была выполнена контролируемая перфорация 1 уровня по классификации Vreda, во всех наблюдениях была возможность оценки детрузора в препарате. В 100% случаев была установлена стадия T1, из них в 28% (n=5) было выполнено субстадирование T1 на T1a и T1b.

Значимость кровотечения оценивалась по необходимости дополнительных мероприятий, им обусловленных. К таким мероприятиям были отнесены: гемотрансфузия, отмывание тампонады мочевого пузыря с использованием шприца Жане, или отмывание тампонады по уретральному катетеру с последующей пролонгированной катетеризацией при постоянной ирригации мочевого пузыря. Все случаи кровотечения в этой серии наблюдений были зафиксированы в течение 24 часов с момента операции, кровотечений при более поздних сроках наблюдения зафиксировано не было. В группе ЛЭРМП кровотечения в интра- и послеоперационном периоде составили 0,8% (n=1), а в группе ТУР 4,3% (n=3), в связи с низкой частотой данного вида осложнений различие оказалось статистически незначимым (p=0,143). Важно отметить, что при наличии кровотечения или неконтролируемой перфорации немедленная однократная инстилляционная химиотерапия противопоказана.

Инфекционно-воспалительные осложнения в послеоперационном периоде были зарегистрированы в группе ЛЭРМП в 6,8% (n=8) наблюдений, в группе ТУР – в 7,2% (n=5). Статистической разницы обнаружено не было (p=0,904), что можно объяснить единством операционного доступа (обе операции выполняются трансуретрально). В структуре инфекционно-воспалительных осложнений в группе ЛЭРМП был зарегистрирован 1 случай развития острого простатита и 7 — острого пиелонефрита. В группе ТУР: в 3 случаях наблюдался острый пиелонефрит, в 1 случае – орхоэпидидимит и в 1 — острый простатит. По поводу всех возникших инфекционно-воспалительных осложнений в обеих группах было проведено консервативное лечение, включавшее, в первую очередь, антибактериальную терапию. Дополнительных мероприятий по поводу инфекционно-воспалительных осложнений не потребовалось.

Частота развития стриктуры уретры в группе ЛЭРМП оказалась выше и составила 9,7% (n=9). В группе ТУР частота образования стриктуры уретры составила 9,1% (n=5), однако, это

различие оказалось статистически незначимым ( $p=0,906$ ).

Результаты сравнительного анализа интра- и послеоперационных показателей в двух группах представлены в Таблице 6.

Таблица 6 – Интра- и послеоперационные показатели в двух группах

Переменные	ТУР n = 69	Лазер n = 118	Критерий	p-value
Длительность операции mean +/- SD	40,29+/-14,499	38,86 +/-17,412	Т-критерий Стьюдента для независимых выборок	0,565
Время катетеризации, часов	Медиана – 24 38,26+/-25,479	Медиана – 24 29,90+/-15,980	U-критерий Манна-Уитни Т-критерий	<0,001 0,006
Ирригация	66,67% (46)	5,93% (7)	Хи-квадрат	<0,001
Время госпитализации, дней	Me=5 Q1=4 Q3=6	Me=4 Q1=4 Q3=5	U-критерий Манна-Уитни	0,009
Однократное введение химиотерапевтических препаратов	57,97% (40)	90,68% (107)	Хи-квадрат	<0,001
Курсовое введение химиотерапевтических препаратов	65,22% (45)	60,17% (71)	Хи-квадрат	0,492

Медиана периода наблюдения в группе ТУР составила 3 года ( $Q1=2$ ,  $Q3=5$ ), а в группе лазерной резекции медиана составила 2 года ( $Q1=1$ ,  $Q3=3$ ). Все пациенты в обеих группах прошли контрольную точку в 12 месяцев.

Частота рецидивов в периоде 1-5 лет оценивалась среди пациентов, которые наблюдались более 1 года, в группу ТУР вошли 65 наблюдений, а в группу ЛЭРМП – 85. Статистически

значимое снижение частоты рецидивов в группе ЛЭРМП оказалось через 3 месяца после операции и через 12 месяцев. Однако стоит отметить, что на всех этапах наблюдения частота рецидивов в группе ЛЭРМП была ниже. (Таблица 7)

Таблица 7 – Влияние метода операции на общее количество рецидивов

Переменные	ТУР n = 69	Лазер n = 118	Критерий	p-value
Частота рецидивов: 3 месяца	14,49% (10)	2,54% (3)	Хи-квадрат	0,002
Частота рецидивов: 6 месяцев	13,04% (9)	5,08% (6)	Хи-квадрат	0,053
Частота рецидивов de novo 12 месяцев	15,94% (11)	11,01% (13)	Хи-квадрат	0,331
Частота рецидивов 12 месяцев всего	34,78% (24)	14,41% (17)	Хи-квадрат	0,001
Частота рецидивов 1-5 лет de novo*	24,62% (16/65)	20% (17/85)	Хи-квадрат	0,499

Риск развития рецидива в группе ТУР во всех временных точках оказался статистически значимо больше, чем для ЛЭРМП. Так, максимальный риск развития рецидива в группе ТУР в 6,497 (1.722–24,514) раз больше, чем в группе ЛЭРМП. Безрецидивная выживаемость в течение одного года наблюдения во всех временных точках (начиная с трёх месяцев) в группе ЛЭРМП статистически значимо превышает аналогичный показатель в группе ТУР.

Необходимо отметить гетерогенность групп по критериям Т и G. При мультивариантном анализе с учетом дифференцировки опухоли и глубины инвазии также прослеживается влияние метода ЛЭРМП на рецидив всех сроках наблюдения. Однако при мультивариантном анализе влияние метода ЛЭРМП на рецидив не отмечено ни на одном сроке наблюдения.

Результаты данного исследования продемонстрировали превосходство резекции стенки мочевого пузыря с опухолью единым блоком с помощью тулиевого волоконного лазера по сравнению со стандартной трансуретральной электрорезекцией.

## **Удаление единым блоком опухоли дивертикула мочевого пузыря с использованием ТВЛ**

Встречаемость опухолей в дивертикулах МП варьирует от 2 до 10% [8]. Основными отличиями таких опухолей являются их более сложная диагностика и повышенная сложность трансуретральной резекции, что связано с трудностями при визуализации и более высоким риском перфорации МП. Помимо этого, опухоли в дивертикулах ассоциированы с менее благоприятным онкологическим прогнозом из-за высокого риска экстрапузырного распространения РМП в связи с отсутствием подлежащего мышечного слоя [9].

Патоморфологическое исследование дивертикулов мочевого пузыря также требует особого внимания, так как строение стенки дивертикула отличается от нормальной стенки, что становится предметом для дискуссий при стадировании РМП. Опухоли прорастают перивезикальную жировую ткань непосредственно из субэпителиальной соединительной ткани. По этой причине РМП стадии T2 не следует диагностировать при интрадивертикулярных опухолях [10].

Стоит отметить, что в 59–68% случаев в слизистой оболочке мочевого пузыря присутствует гиперпластическая мускулатура, имитирующая детрузор. Для дифференцировки мышечной оболочки слизистой оценивают экспрессию смутеллина с помощью иммуногистохимического анализа: в 77% случаев экспрессия смутеллина в стенке дивертикула слабая или отсутствует [11,12]. Как и в случае с опухолями стенки мочевого пузыря, первичная операция носит не только лечебный характер, но и диагностический. Важной целью первичной резекции является получение качественного макропрепарата для гистологического исследования и последующего стадирования опухолевого процесса. В связи с отсутствием мышечного слоя в стенке поиск нужного хирургического плана сопряжен с более высоким риском перфорации мочевого пузыря, однако, на сегодняшний день риск клинически значимой перфорации в литературе не оценивался [10].

### **Опыт удаления опухоли дивертикула мочевого пузыря при помощи ТВЛ**

С 2020 по 2021 года на базе Института урологии и репродуктивного здоровья человека Первого МГМУ им. И.М. Сеченова 5 пациентам мужского пола выполнены лазерные резекции единым блоком стенок дивертикулов мочевого пузыря с опухолями при помощи тулиевого волоконного лазера (ТВЛ) (Рисунок 1).

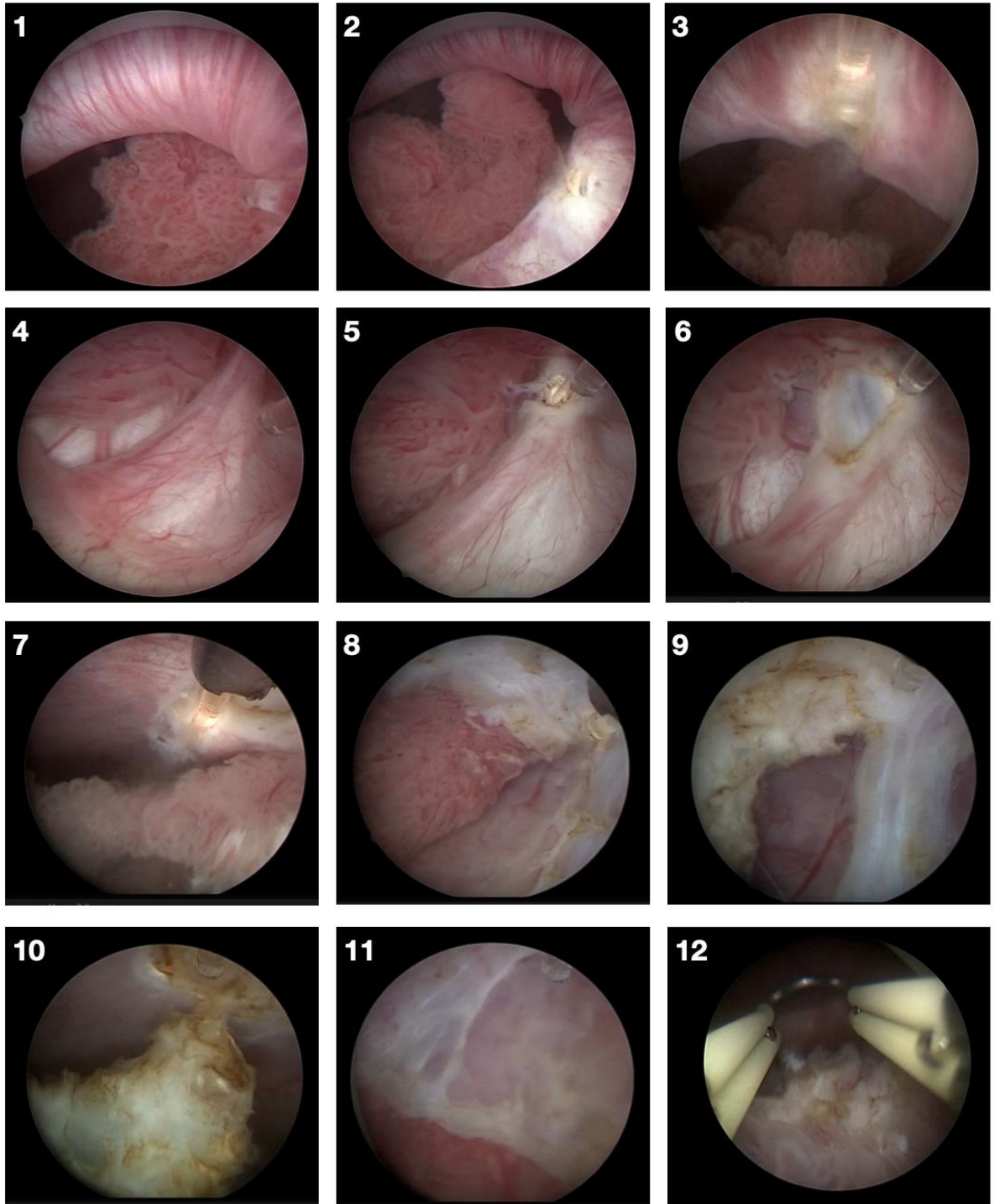


Рисунок 1 – Техника удаления интрадивертикулярной опухоли при помощи ТВЛ. 1 - Интрадивертикулярная опухоль. 2,3 - Рассечение шейки дивертикула на 4 и 12 часов условного циферблата. 4 - Основание опухоли. 5 - Рассечение слизистой в пределах неизмененных тканей. 6 - Углубление реза вплоть до достижения желаемой глубины резекции. 7–9 - Резекция стенки дивертикула в пределах заданной плоскости. 10 - Отсечение основания опухоли. 11 - Вид ложа опухоли после резекции. 12 - Удаление опухоли при помощи биполярной петли

Средний возраст пациентов – 64,2 года. Средний размер опухолей – 3,2 см. У 2-х пациентов были диагностированы по 2 дивертикула с опухолями, у 3-х – по одному. Операции были выполнены с помощью лазерного резектоскопа Karl Storz (Tuttlingen, Germany), кварцевое волокно толщиной 600 мкм, ТВЛ («FiberLase» ИРЭ-Полюс, Россия) с длиной волны 1,94 мкм и режимами излучения – 1 Дж, 10 Гц, 10 Вт. В 2-х наблюдениях опухоли были извлечены из полости мочевого пузыря при помощи морцеллятора, в 3-х – при помощи биполярной петли. Среднее время операции составило 54,5 мин.

Такие осложнения, как стимуляция запирающего нерва, перфорации и кровотечение, зарегистрированы не были. В 1-ом случае была выполнена немедленная внутривезикулярная инстилляционная химиотерапия, в 4-х случаях в течение 24 часов проводилась непрерывная ирригация мочевого пузыря раствором NaCl 0,9%. Средняя продолжительность катетеризации составила 28,8 часов, средняя длительность госпитализации – 57,6 часов. Гистологически были верифицированы уротелиальная карцинома Та, 2 случая T1 low-grade (LG), 2 случая T1 high-grade (HG). Пациентам с Та и T1LG был проведен курс внутривезикулярной химиотерапии, пациенту с карциномой pT1HG — системная химиотерапия из-за невозможности проведения БЦЖ-терапии и выполнения радикальной цистпростатэктомии ввиду отягощенного соматического статуса. В течение 12 месяцев наблюдения после первичной операции у пациента с карциномой pT1HG возник рецидив опухоли мочевого пузыря. Техника удаления опухоли из дивертикула мочевого пузыря представлена ниже на Рисунке 1.

В нашей клинической практике резекция единым блоком интрадивертикулярных опухолей при помощи ТВЛ показала себя как эффективный и безопасный способ хирургического лечения РМП. Лазерная резекция единым блоком стенки дивертикула мочевого пузыря с опухолью в сравнении со стандартной ТУР позволяет получить более качественный материал для морфологического исследования и снизить частоту интраоперационных осложнений, что связано с отсутствием стимуляции запирающего нерва и возможностью чёткой дифференцировки слоёв стенки дивертикула.

### **Удаление лейомиомы мочевого пузыря при помощи ТВЛ**

Лейомиома мочевого пузыря является редкой опухолью и встречается в 0,43% случаев всех новообразований мочевого пузыря [13]. Для хирургического лечения лейомиомы обычно прибегают к трансуретральной, открытой, лапароскопической и роботической резекции [14]. В связи с крайне низкой встречаемостью данного заболевания сравнительных исследований эффективности и безопасности хирургических методик на данный момент нет. В литературе описаны лишь единичные клинические наблюдения. Мы представляем серию из 6 клинических

наблюдений удаления лейомиомы мочевого пузыря с помощью тулиевой волоконной лазерной (ТВЛ) резекции единым блоком. В данной работе мы описали хирургическую технику и представили результаты исследования эффективности, безопасности ТВЛ резекции лейомиомы мочевого пузыря единым блоком.

### Опыт удаления лейомиомы мочевого пузыря при помощи ТВЛ

С января 2019 года по настоящее время ТВЛ резекция единым блоком была выполнена 6 пациенткам с лейомиомами мочевого пузыря (размерами от 1,5 до 4 см).

Техника удаления лейомиомы принципиально не отличается от лазерной резекции единым блоком НМИРМП (Рисунок 2).

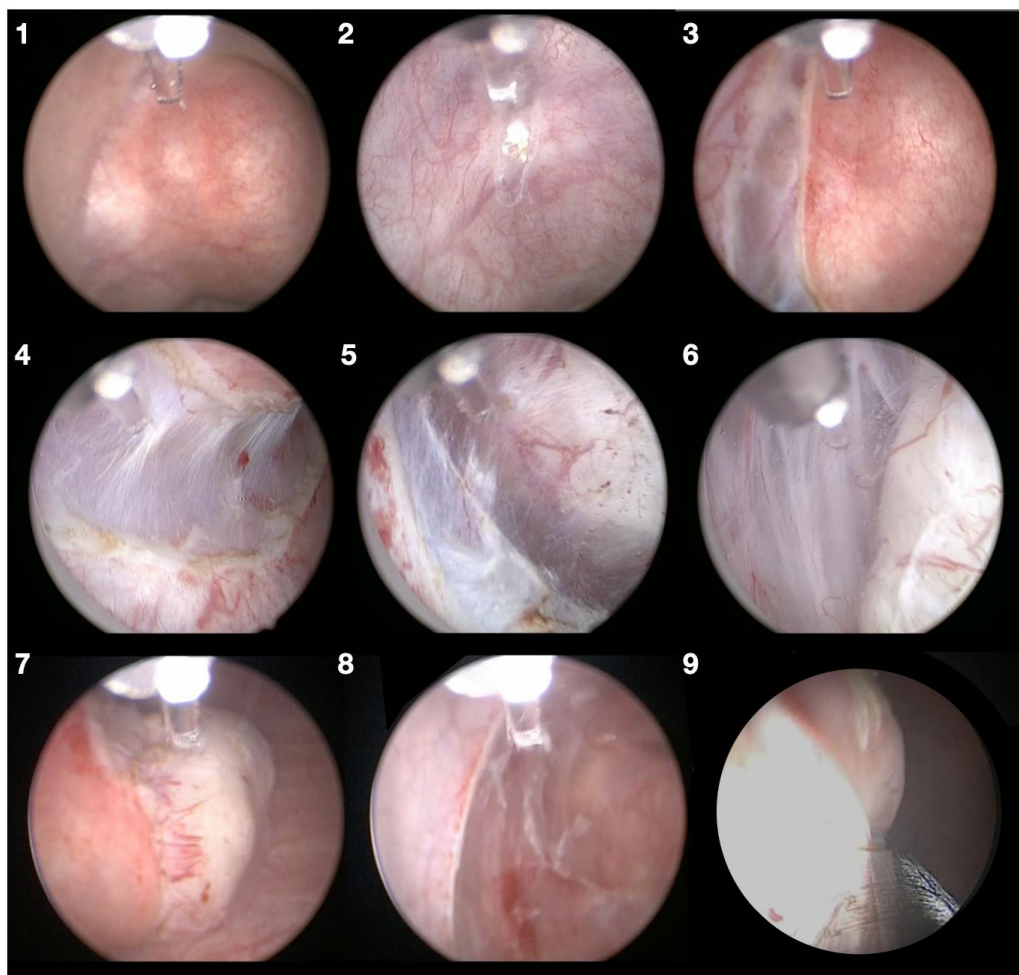


Рисунок 2 – Техника удаления лейомиомы мочевого пузыря при помощи ТВЛ 1 - Лейомиома мочевого пузыря. 2 - Рассечение слизистой у границы образования. 3 - Углубление реза и нахождение капсулы лейомиомы. 4-6 - Резекция в пределах заданного слоя на границе капсулы опухоли и стенки мочевого пузыря. 7 - Вид удаленной лейомиомы. 8 - Вид ложа лейомиомы после резекции. 9 - Морцелляция удаленной лейомиомы

Операция начинается с рассечения слизистой у основания образования. За счет отсутствия выраженного термического воздействия лазерного излучения достаточно просто удается идентифицировать капсулу лейомиомы и необходимый слой резекции. После нахождения правильного слоя резекция идет вдоль капсулы лейомиомы вплоть до ее отсечения. Экстракция производится при помощи биполярной петли или морцелляции в зависимости от размеров образования.

Во всех операциях был использован стандартный лазерный резектоскоп (Richard Wolf GmbH, Knittlingen, Germany; Karl Storz, Tuttlingen, Germany), кварцевое волокно толщиной 600 мкм, ТВЛ («FiberLase» ИРЭ-Полус, Россия) с длиной волны 1,94 мкм при следующем режиме работы – 1 Дж, 10 Гц, 10 Вт. В двух наблюдениях опухоли были извлечены из полости мочевого пузыря при помощи морцеллятора, в трёх – при помощи биполярной петли, одна опухоль размером 2 см была целиком извлечена при помощи зажима Алиса. Были оценены интра- и послеоперационные осложнения

Все опухоли удалось резецировать единым блоком. Средняя продолжительность оперативного вмешательства составила 24 мин (10–40 мин). Среднее время катетеризации было 28 часов (24–48 часов), средняя продолжительность госпитализации – 76 часов (72–96 часов). Перфорация мочевого пузыря, стимуляция запирающего нерва, значительное кровотечение, инфекционно-воспалительные осложнения не были зарегистрированы. Морфологические исследования подтвердили диагноз “лейомиома мочевого пузыря”.

В соответствии с нашим опытом ТВЛ резекция единым блоком является эффективным и безопасным методом хирургического лечения лейомиомы мочевого пузыря, ассоциированным с быстрой послеоперационной реабилитацией. Наш клинический опыт применения ТВЛ для удаления лейомиомы мочевого пузыря был представлен на Конгрессах Европейской и Американской Ассоциаций урологов [15,16].

### **Тулиевый волоконный лазер в лечении гиперплазии предстательной железы**

Тулиевый волоконный лазер (ТВЛ), будучи недавно сертифицированной системой, только начинает набирать свою популярность в лечении аденомы простаты. Несмотря на общность происхождения активной среды с тулиевым твердотельным лазером ТВЛ имеет ряд физических и функциональных особенностей. К ним относятся: возможность импульсной работы, большой коэффициент поглощения водой и, как следствие, меньшая проникающая способность излучения. В связи с широким распространением в мире гольмиевой энуклеации аденомы простаты именно с ней часто сравнивают ТВЛ энуклеацию. И одним из самых отличительных параметров является так называемый «механический эффект», который заключается в диссекции



тканей за счет лазерного излучения. Считается, что этот эффект менее выражен у тулиевого волоконного лазера, и для многих хирургов большая выраженность этого эффекта у гольмиевого лазера становится ключевой в выборе энергии. Стоит отметить, что величина данного «механического» эффекта оценивается субъективно хирургом и на данный момент отсутствует объективный критерий его измерения.

В рамках изучения места тулиевого волоконного лазера в лечении гиперплазии предстательной железы мы поставили следующие задачи:

1. Оценить эффективность и безопасность энуклеации гиперплазии простаты с помощью ТВЛ и определить значение техники раннего освобождения сфинктера мочеиспускательного канала в ходе лазерной энуклеации гиперплазии простаты с помощью ТВЛ в профилактике развития стрессового недержания мочи в послеоперационном периоде.
2. Изучить в эксперименте и провести клиническую валидацию возможности использования новых высокоэнергетических режимов для лазерной энуклеации гиперплазии простаты с помощью ТВЛ.
3. Провести экспериментальную оценку выраженности механической диссекции тканей в ходе лазерной энуклеации различных поколений ТВЛ.

### **Материалы и методы исследования**

В проспективное исследование вошли 147 пациентов Клиники Урологии им Р.М. Фронштейна, которым была выполнена лазерная энуклеация аденомы предстательной железы при помощи тулиевого волоконного лазера (ИРЭ-Полус, Фрязино, Россия) в период с января 2018 по декабрь 2019 года. Все операции были выполнены одним опытным хирургом.

Критериями включения были:

- подписанное информированное согласие на участие в исследовании;
- наличие симптомов нижних мочевых путей, вызванных гиперплазией предстательной железы (IPSS  $\geq 10$  и/или  $Q_{max} < 15$ );
- отсутствие клинических или гистологических признаков рака предстательной железы.

Критерии исключения пациентов из исследования:

- гистологически подтверждённый диагноз рака предстательной железы;
- нейрогенное нарушение функции мочевого пузыря;

Пациенты распределялись на 2 группы – группу позднего освобождения (ПО) и группу раннего освобождения (РО). В первую группу вошли 73 наблюдения, где рассечение ткани в области верхушки аденомы и сфинктера производилось последним этапом энуклеации. Во вторую группу было включено 74 наблюдения, в которых была выполнена энуклеация с ранним освобождением

сфинктера по описанной ранее технике.

Для оценки сбалансированности групп производился учёт следующих предоперационных параметров – возраста пациентов, объёма железы по данным трансректального ультразвукового исследования, уровень ПСА, балл по международной шкале симптомов простаты (IPSS), объём остаточной мочи (ООМ), максимальная скорость потока ( $Q_{max}$ ), индекс по шкале качества жизни (QoL), результаты уродинамических исследований. Сравнительный анализ эффективности и безопасности методик производился на основании интраоперационных данных – длительность оперативного вмешательства, продолжительность энуклеации и морцелляции, масса удаленной ткани, а также продолжительности катетеризации и госпитализации. Производилась регистрация всех ранних послеоперационных осложнений (кровотечение, необходимость в переливании крови, инфекционные осложнения – развитие острого простатита). Согласно определению Международного Общества по проблемам недержания мочи, стрессовое недержание мочи определялось как отмеченное пациентом упускание, подтекание мочи при напряжении брюшной стенки (при смехе, чихании, кашле и любых видах физической активности) в отсутствие позывов к мочеиспусканию. Опрос пациентов о наличии СНМ производился в первый день после прекращения катетеризации, а также при каждом последующем визите, которые назначались через 3 и 6 месяцев после операции. При повторных наблюдениях была проведена повторная оценка уровня ПСА, IPSS, QoL, отмечено наличие или отсутствие СНМ и осложнений. Наличие или отсутствие СНМ определялось по международному индексу оценки удержания мочи при помощи анкеты ICIQ-SF, рекомендованной Международным обществом по недержанию мочи.

### **Оборудование**

Все операции были выполнены при помощи лазерной установки – Fiberlase U1 и U3 (ИРЭ-Полус, Фрязино, Россия) при следующих режимах работы – 1,5 Дж, 40 Гц, 60 Вт. Доставка излучения производилась при помощи кварцевого волокна диаметром 600 мкм. Операции производились с помощью лазерного резектоскопа 26-F (Karl Storz, Tuttlingen, Germany) с 12° оптикой. Внутренний футляр резектоскопа имел атравматичный тупой конец для механической энуклеации во время операции. Раствор для ирригации был помещен на высоте 60 см от уровня операционного поля. Удаление энуклеированной ткани из полости мочевого пузыря производилось путем морцелляции при помощи механического морцеллятора (Piranha: Richard Wolf, Knittlingen, Germany).

### Техника лазерной энуклеации с ранним освобождением сфинктера

В нашей технике энуклеация начинается в области вершины с 5 до 3 часов слева от семенного бугорка (Рисунок 1).

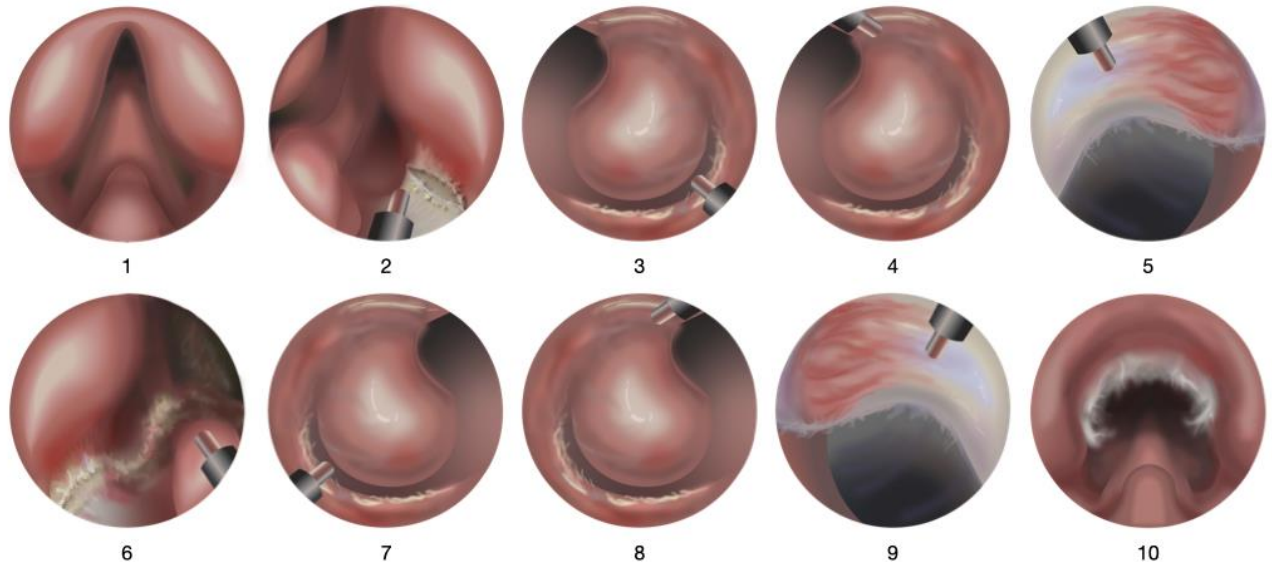


Рисунок 1 – Техника раннего освобождения сфинктера

Раз незначительно углубляется до появления видимого натяжения покрывающей волокна сфинктера слизистой, сверху, после чего происходит освобождение сфинктера слева. Далее левая доля вылуцивается в ретроградном направлении, слизистая рассекается на 6 часах антероградно, энуклеированная доля выталкивается в полость мочевого пузыря. Энуклеация правой доли происходит аналогично левой и начинается с продолжения разреза от 5 к 9 часам кпереди от семенного бугорка. Далее разрез постепенно углубляется с 7 до 9 часов до появления небольшого натяжения слизистой над волокнами сфинктера, который затем освобождается.

Обычно при такой протяженности разреза и его небольшом углублении небольшое натяжение слизистой и подлежащих волокон сфинктера уже визуализируется и возможно аккуратное их отсечение от аденомы. При отсутствии такой визуализации можно увеличить разрез до 3 и 9 часов соответственно. После освобождения сфинктера происходит стандартная процедура ретроградной энуклеации единым блоком (Рисунок 2).

Для аденомы не очень больших размеров (до 120 мл) возможно выполнение энуклеации единым блоком с ранним освобождением сфинктера. Первым этапом выполняется рассечение слизистой с 4 до 8 часов по границе вершины аденомы и с 5 до 7 часов кпереди от семенного бугорка.

## Статистическая обработка данных

Статистическая обработка данных производилась с использованием программного обеспечения IBM SPSS Statistics версия 26.0.0.0 (IBM, 2019). Для характеристики групп использовались средние величины индивидуальных переменных (среднее арифметическое, стандартное отклонение, медиана, 1-й и 3-й квартили). Распределение данных было проверено на нормальность с использованием критериев Колмогорова-Смирнова,  $\omega^2$  Крамера-Мизеса-Смирнова, Шапиро-Уилка. Оценка значимости различий в исследуемых группах была проведена с применением t-критерия Стьюдента (для нормально распределённых количественных переменных), критерия Манна-Уитни (для ненормально распределённых количественных переменных), Хи-квадрата Пирсона и F-критерия Фишера (для номинальных переменных). Различия со значением  $p < 0,05$  принимались за статистически значимые.

Для оценки предиктивной функции исследуемых переменных был использован одно- и многофакторный логистический регрессионный анализ с расчетами отношения шансов и доверительными интервалами, равными 95%.

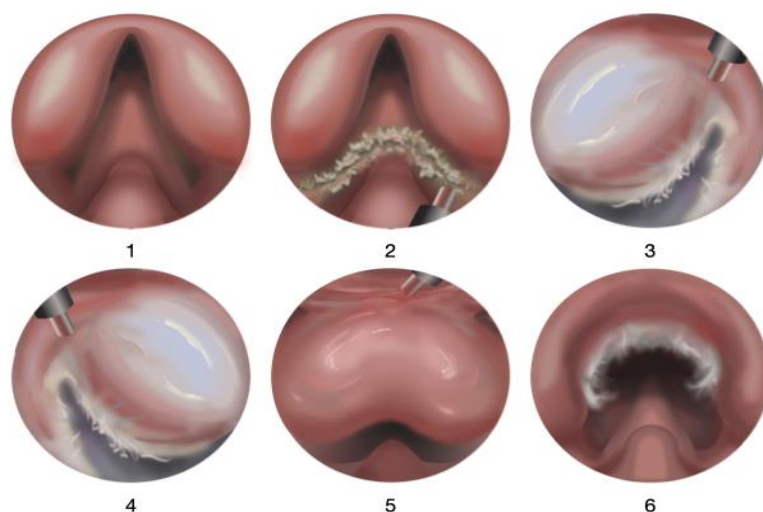


Рисунок 2 – Техника раннего освобождения сфинктера при небольших размерах аденомы

## Результаты

В исследование были включены 147 пациентов, из них 74 составили группу раннего освобождения сфинктера, 73 – группу позднего освобождения. Статистически значимых различий значений уровней ПСА, объёма железы по данным ТРУЗИ, объёма остаточной мочи, Qmax, IPSS и QoL в группах РО и ПО не было выявлено ( $p > 0,05$ ).

Эффективность лазерной энуклеации аденомы предстательной железы была оценена при помощи Т-критерия Уилкоксона для зависимых выборок. Уровень ПСА, объём предстательной железы по данным ТРУЗИ, объём остаточной мочи статистически значимо снизились после оперативного вмешательства ( $p < 0,001$ ). Было отмечено статистически значимое увеличение максимальной скорости потока по данным урофлоуметрии (8,42 vs 29,40) и уменьшение баллов IPSS (20,82 vs 5,19) и QoL (4,75 vs 1,23). В группе раннего освобождения средняя продолжительность оперативного вмешательства составила 68,19 мин (СО – 29,81 мин, от 20 до 190 мин). В группе позднего освобождения – 62,81 (СО – 29,68 мин, от 30 до 180 мин). Различия оказались статистически незначимым ( $p=0,241$ ). Медиана длительности катетеризации в группе РО составила 2 дня (Q1=2, Q3=2), в группе ПО – 3 дня (Q1=2, Q3=3), что оказалось статистически значимым различием ( $p < 0,000$ ). Повторный анализ на уровень ПСА выполнялся через 2 месяца после энуклеации аденомы предстательной железы. Различия в уровне ПСА между группами ПО и РО оказались статистически незначимыми ( $p=0,578$ ). Статистически значимых различий по параметрам объём простаты, OOM, Qmax, IPSS, QoL также не были найдены. Статистически значимые различия в показателях эффективности между группами раннего и позднего освобождения найдены не были.

Для оценки риска развития СНМ в группах РО и ПО использовался метод Хи-квадрат с последующим расчетом абсолютного и относительного риска, доверительного интервала. В группе РО были зафиксированы 3 случая (4%) развития стрессового недержания мочи, в группе ПО – 11 случаев (15%). По точечному критерию Фишера разница оказалась статистически значимой ( $p=0,026$ ).

Абсолютный риск развития СНМ в группе РО составил 0,041, в группе ПО – 0,151 (Таблица 8).

Таблица 8 – Оценка риска развития СНМ в группах раннего и позднего освобождения сфинктера

	Раннее освобождение сфинктера	Позднее освобождение сфинктера
Абсолютный риск	0,041	0,151
Относительный риск	3,717	
Доверительный интервал	1,081 – 12,780	

Относительный риск развития СНМ при позднем освобождении оказался равен 3,717 (стандартная ошибка 0,630), нижняя граница 95% доверительного интервала составила 1,081, верхняя – 12,780, что говорит о статистически значимом повышении риска развития СНМ при использовании техники позднего освобождения и, соответственно, снижении риска СНМ при раннем освобождении сфинктера.

Далее была проведена оценка пред- и интраоперационных параметров, которые могут быть ассоциированы с повышением риска развития СНМ. Проведенный бинарный логистический регрессионный анализ показал, что единственным статистически значимым фактором риска оказалась техника операционного вмешательства, а именно раннее освобождение сфинктера (ОШ = 0,114 (0,022–0,595),  $p = 0,01$ ).

В ходе исследования оценивались следующие послеоперационные осложнения (Таблица 9).

Таблица 9 – Частота развития осложнений в группах раннего и позднего освобождения сфинктера

Осложнение	Группа РО (n=74)	Группа ПО (n=73)
Переливание крови	0 (0%)	0 (0%)
Тампонада мочевого пузыря	0 (0%)	<b>1 (1,37%)</b>
Повреждение устьев	0 (0%)	0 (0%)
Повреждение стенки мочевого пузыря	<b>1 (1,35%)</b>	0 (0%)
Повторная морцелляция	0 (0%)	0 (0%)
Стриктура уретры	<b>2 (2,70%)</b>	<b>1 (1,37%)</b>
Рубцовая деформация шейки мочевого пузыря	0 (0%)	<b>1 (1,37%)</b>

Необходимость в переливании крови, повреждение устьев мочеточников и их стентирование, повреждение стенки мочевого пузыря, стриктура уретры, рубцовая деформация шейки мочевого пузыря, тампонада мочевого пузыря.

Результаты нашего исследования продемонстрировали высокую эффективность и безопасность лазерной энуклеации гиперплазии простаты с помощью тулиевого волоконного лазера. Использование техники раннего освобождения сфинктера позволяет снизить частоту развития стрессового недержания мочи в раннем послеоперационном периоде.

## **Клиническое исследование эффективности и безопасности высокоэнергетической энуклеации аденомы предстательной железы**

### **Материалы и методы**

В стенах Клиники Урологии им. Р.М. Фронштейна с июня 2022 года по ноябрь 2022 года были выполнены 20 лазерных энуклеаций аденомы предстательной железы с использованием высокоэнергетического режима ТВЛ (FiberLase U3, ИРЭ-Полус, Фрязино, Россия): 4 Дж, 15 Гц, 60 Вт. Доставка излучения осуществлялась при помощи кварцевого волокна диаметром 550 мкм. Для всех пациентов предоперационно определялись уровень ПСА, объём ПЖ, ООМ по данным УЗИ, Qmax по данным урофлоуметрии. Также производилась оценка выраженности клинической симптоматики при помощи опросников IPSS и QoL.

Энуклеация аденомы выполнялась по ранее описанной технике раннего освобождения сфинктера. Были зафиксированы продолжительность хирургического вмешательства, в послеоперационном периоде — длительности катетеризации и госпитализации. Для оценки безопасности методики оценивались такие интра- и ранние послеоперационные осложнения, как перфорация хирургической капсулы аденомы ПЖ, необходимость в гемотрансфузии, тампонада МП, повреждение стенки МП, повреждение устьев мочеточников.

### **Результаты**

В исследование были включены 20 пациентов. Уровень ПСА, объём предстательной железы по данным ТРУЗИ, объём остаточной мочи статистически значимо снизились после оперативного вмешательства ( $p < 0,001$ ). Было отмечено статистически значимое увеличение максимальной скорости потока по данным урофлоуметрии (9,8 vs 30,1, мл/с) и уменьшение баллов IPSS (20,2 vs 5,2) и QoL (4,6 vs 1,2). Среднее время операции составило 61,7 +/- 22,1 минуты. Медиана продолжительности катетеризации составила 48 часов, ИИ — 48–48 часов. Медиана длительности госпитализации составила 72 часа с ИИ равным 72–72 ч.

Такие случаи осложнений, как переливание крови, тампонада МП, повреждение устьев, повреждение стенки МП, зарегистрированы не были. Среди 20 операций были 2 случая перфорации хирургической капсулы, которые не потребовали смены тактики хирургического вмешательства.

Высокоэнергетическая энуклеация аденомы предстательной железы является эффективным и безопасным методом лечения. Более выраженная механическая диссекция ткани, по нашему мнению, снижает продолжительность операции, а отсутствие выраженной карбонизации упрощает поиск правильного хирургического слоя.

## Оценка выраженности механической диссекции тканей при помощи тулиевого волоконного лазера

Одной из важных характеристик лазерного излучения в хирургии мягких тканей является механическая диссекция ткани (отделение аденоматозной ткани от хирургической капсулы) или механический эффект, который впервые был отмечен при работе с гольмиевым лазером. Поэтому при появлении ТВЛ в урологической практике наиболее часто акцентируемыми параметрами стали прецизионность реза, надежность гемостаза, степень карбонизации тканей и механический эффект. С целью улучшения вторичного механического воздействия ТВЛ продолжается разработка новых моделей: FiberLase U3 в сравнении с более ранней моделью U1 получил более высокую пиковую мощность, что должно было улучшить это воздействие. Однако, оценка выраженности механического эффекта на данный момент остается субъективной: его выраженность определяется хирургом по эндоскопическому изображению, у эффекта отсутствует размерность и единая шкала оценки.

Для инструментального детектирования и измерения эффекта вторичного механического воздействия лазера нами предложена конструкция на основе тензометрического весового модуля, построенного на классической схеме полного моста из четырех чувствительных тензорезисторов, аналого-цифрового преобразователя НХ711 и микроконтроллера Arduino 2560. Система предварительно калибруется при помощи стандартных разновесов и далее собирается согласно схеме (Рисунок 3).

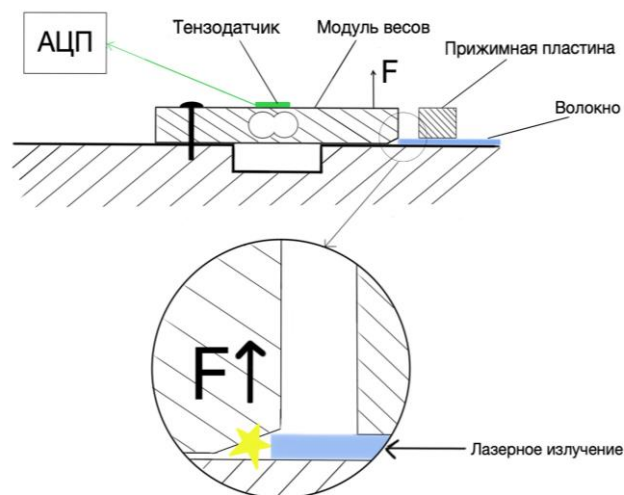


Рисунок 3 – Принципиальная схема работы датчика



## Материалы и методы

Для сравнения вторичного механического воздействия лазерного излучения, генерируемого двумя поколениями лазеров: FiberLase U1 и U3, мы провели серию экспериментов при помощи разработанного датчика. Были выбраны следующие режимы работы: 1,0 Дж, 10 Гц; 1,0 Дж, 20 Гц; 1,0 Дж, 50 Гц; 1,5 Дж, 40 Гц.

Мы помещали рабочее волокно толщиной 450 мкм в просвет с треугольной плоскостью сечения между корпусом датчика и кронштейном. Волокно фиксировалось прижимной пластиной, и собранная конструкция погружалась в контейнер с 0,9% раствором NaCl. Мы выбирали интересующий нас режим работы лазерной установки и после включения датчика и его автоматической калибровки подавали лазерное излучение при помощи педали. Регистрация данных происходила в течение 20 с. Данные записывались по 3 раза для каждого режима работы лазера. Перед каждой записью кончик волокна обновлялся и заново фиксировался.

## Принцип работы датчика

Лазерный импульс испаряет воду в тонком просвете между корпусом тензодатчика и кронштейном, на котором датчик закреплен. Между тензодатчиком и кронштейном создается давление, «стремящееся» отогнуть тензодатчик. Данное давление фиксируется, оцифровывается платой НХ711 и пересылается на плату Arduino 2060, программа которой дополнительно фильтрует данные с учетом проведенных калибровок и формирует график измеренного давления от времени.

Записанные данные далее обрабатываются при помощи статистического пакета R 3.1.0. Сырые данные фильтруются полосным фильтром Баттерворта с полосой пропускания 0.1–20.0 Гц, и затем путем автоматизированного измерения высот пиков, соответствующих импульсам лазера, формируются таблицы измерений силового воздействия лазера для каждого из исследуемых режимов работы. Именно это силовое воздействие мы интерпретируем как вторичный механический эффект лазерного излучения.

## Результаты

Результаты измерений представлены в виде сравнительной диаграммы величин силового воздействия лазера во всех исследованных режимах с расчетом математического ожидания и среднеквадратических отклонений. Величина силового воздействия измерена в граммах. FiberLase U3 показал более выраженный вторичный механический эффект для всех выбранных

режимов, чем FiberLase U1. Отмечается, что при работе с силой импульса 1 Дж с увеличением частоты и, следовательно, мощности выраженность эффекта прямо пропорционально растет для обеих систем. При этом разница между U1 и U3 несмотря на усиление эффекта в обоих случаях также увеличивается (Таблица 10).

Таблица 10 – Средняя величина силового воздействия FiberLase U1 и U3

<b>Режимы</b>	<b>FiberLase U1, г</b>	<b>FiberLase U3, г</b>
<b>1,0 Дж 10 Гц 10 Вт</b>	2,851	16,785
<b>1,0 Дж 20 Гц 20 Вт</b>	4,277	26,529
<b>1,0 Дж 50 Гц 50 Вт</b>	5,743	43,635
<b>1,5 Дж 40 Гц 60 Вт</b>	5,915	53,540

В ходе измерений была установлена прямо пропорциональная зависимость между мощностью излучения и величиной механического эффекта. Чем больше мощность, тем более выраженное давление лазерное излучение оказывает на датчик.

### **Тулиевый волоконный лазер в лечении мочекаменной болезни**

Лидирующие позиции среди оперативных методов лечения сегодня занимают малоинвазивные вмешательства: чрескожная нефролитотрипсия, контактная уретеролитотрипсия и гибкая ретроградная интратанальная хирургия [17]. В настоящее время доступны 5 видов литотриптеров: механические, электрогидравлические, пневматические, ультразвуковые и лазерные.

В сравнении с гольмиевым лазером ТВЛ характеризуется меньшей пиковой мощностью (500 Вт против 10кВт) [18]. За счет более низкого пика мощности ТВЛ создает меньший пузырь пара и доставляет больше энергии к самому камню [18]. То есть несмотря на более низкое энергопотребление скорость абляции, достигаемая при использовании ТВЛ, эквивалентна, а иногда и значительно выше скорости абляции гольмиевого лазера, что было продемонстрировано для большинства распространенных составов камней, включая моногидрат оксалата кальция. Меньший диаметр парового пузыря также приводит к уменьшению ретропульсии и уменьшению риска повреждения окружающих тканей и эндоскопических инструментов.

В 2016 году была выполнена экспериментальная работа под руководством П.В. Глыбочко,

которая показала, что даже при непосредственном контакте с тканью ТВЛ оказывает минимальное повреждающее действие за счет малой глубины проникновения излучения [19].

Экспериментальное исследование Л.М. Рапопорта и соавт, выполненное в 2018 году, установило, что скорость дробления камней как мочевого пузыря, так и почек излучением ТВЛ выше, чем излучением гольмиевого лазера для всех исследованных режимов. При этом с увеличением средней мощности излучения скорость дробления камней увеличивается [20].

Первое клиническое исследование в России о результатах применения ТВЛ для литотрипсии были описаны Мартовым А.Г. в 2018 году [21].

В диссертационной работе Климова Р.Е. были подобраны оптимальные режимы работы ТВЛ для различных способов литотрипсии.

В рамках данной работы нами были поставлены следующие задачи:

1. Оценить эффективность и безопасность лазерной уретеролитотрипсии с помощью тулиевого волоконного лазера.
2. Оценить эффективность и безопасность миниперкутанной нефролитотрипсии с помощью тулиевого волоконного лазера.
3. Оценить эффективность и безопасность ретроградной гибкой нефролитотрипсии с помощью тулиевого волоконного лазера.
4. Провести экспериментальную оценку и клиническую валидацию нового режима излучения для снижения ретропульсии в ходе лазерной литотрипсии.

### **Клиническое исследование эффективности и безопасности контактной уретеролитотрипсии, ретроградной интратанальной хирургии, чрескожной нефролитотрипсии при помощи ТВЛ**

#### **Материалы и методы**

Всем пациентам предоперационно выполнялось КТ-исследование с или без контрастирования для определения объёма и индекса относительной плотности по шкале Хаунсфилда конкрементов. Интраоперационно фиксировались время работы лазера, режимы работы, затраченная энергия, а также оценивались хирургом качество видимости и выраженности ретропульсии по трёхбалльной шкале, где 3 балла соответствуют отличной видимости и отсутствию ретропульсии, 2 балла – удовлетворительной видимости и умеренной ретропульсии, 1 балл – неудовлетворительной видимости и выраженной ретропульсии. Далее на основании полученных данных рассчитывались скорость абляции, определенная как частное от объема камня и времени работы лазера, и величина затраченной энергии на  $1 \text{ мм}^3$  – частное от

затраченной энергии и объема конкремента. Время работы лазером фиксировалось самим лазерным аппаратом. В послеоперационном периоде оценивались осложнения согласно классификации Clavien-Dindo.

### Результаты: группа КУЛТ

В исследование были включены 63 пациента с конкрементами в мочеточниках, которым была проведена контактная уретеролитотрипсия с применением ТВЛ (FiberLase U2, ИРЭ-Полус, Фрязино, Россия) в период с сентября 2020 по ноябрь 2021 гг. в стенах Клиники Урологии им Р.М.Фронштейна. Все процедуры были выполнены с использованием ригидного уретероскопа Karl Storz 7 Ch. В качестве ирригационного раствора использовался 0,9% раствор NaCl. Доставка лазерного излучения осуществлялась кварцевым волокном толщиной 200 и 400 мкм. Для фрагментации конкрементов использовались следующие режимы: 1 Дж, 10 Гц в качестве стартового режима, при неудовлетворенности качеством литотрипсии сила импульса увеличивалась до 2 Дж при сохранении частоты в 10 Гц. Для разрушения конкремента в пыль использовался режим 0,5 Дж, 30 Гц.

Медиана объема конкрементов оказалась равна 371 мм<sup>3</sup> с интерквартильным интервалом от 287 до 746 мм<sup>3</sup>. Медиана относительной плотности по шкале Хаунсфилда составила 1027, интерквартильный интервал — 720–1195. Более половины конкрементов (50,79%) были локализованы в нижней трети мочеточника, треть конкрементов – в средней трети (31,75%), 17,46% были локализованы в верхней трети мочеточника.

Медиана затраченной энергии составила 1,3 кДж, интерквартильный интервал — от 0,7 до 2,5 кДж. Медиана времени работы лазера оказалась равна 2,1 минутам с ИИ равны 1–3,7 минут. Медиана скорости абляции, определяемой как измеренный предоперационным КТ-исследованием объём камня, разделённый на время работы лазера, составила 2,9 мм<sup>3</sup>/с (ИИ = 1,6–4,2). Медиана показателя затраченной энергии на 1 мм<sup>3</sup> конкремента – 3,1 Дж/мм<sup>3</sup>, интерквартильный интервал — 1,7–5,4 Дж/мм<sup>3</sup>.

В подавляющей части наблюдений были отмечены отличная видимость и отсутствие ретропульсии (79,37% и 88,89%, соответственно). Умеренная ретропульсия, не помешавшая успешно завершить оперативное вмешательство, наблюдалась в 11,11% случаев. В 2 наблюдениях (3,17%) была зарегистрирована неудовлетворительная видимость, в 11 наблюдениях (17,46%) – удовлетворительная видимость.

В результате 63 оперативных вмешательств были зарегистрированы 1 осложнение (1,6%) 1-го класса согласно классификации Clavien-Dindo и 2 осложнения (3,2%) 2-го класса (Таблица 48). Среди осложнений были отмечены эпизод гематурии, не потребовавший медикаментозного или

хирургического вмешательства, инфекционно-воспалительные осложнения, а именно повышение температуры тела выше 37С.

### Результаты: группа РИРХ

В группу РИРХ вошли 74 пациента, оперированные в период с февраля 2020 по апрель 2022 гг. в стенах Клиники Урологии им Р.М. Фронштейна с использованием ТВЛ (FiberLase U2, ИРЭ-Полус, Фрязино, Россия). Все операции выполнялись под общей анестезией с использованием 4-ых гибких уретероскопов: Lithoview Boston Scientific, Innovex, Pusen, Olypmus URF – P6, для ирригации использовался 0,9% физиологический раствор, расположенный на высоте 60 см от уровня операционного стола, увеличение давления ирригационной жидкости осуществлялось за счет специальной ручной помпы. Доставка лазерного излучения осуществлялась кварцевым волокном толщиной 200 мкн. За 5-7 календарных дней до оперативного вмешательства всем пациентам был установлен мочеточниковый катетер-стент. Всем пациентам были установлены мочевого катетер Фолея на 1 сутки и мочеточниковый катетер-стент на 7–10 дней. У 43-х пациентов были множественные конкременты, у 31-го – единичные.

Большинство конкрементов локализовались в нижней группе чашечек (45,95 %), примерно треть конкрементов находились в лоханке (28,38%), в 12 наблюдениях – в средней группе чашечек (16,22%), наименьшее число было отмечено в верхней группе (9,46%). Медиана объёма конкрементов была равна 1760 мм<sup>3</sup> (ИИ – 624–2208 мм<sup>3</sup>). Медиана относительной плотности по шкале Хаунсфилда составила 1290 НУ, Q1 – 740 НУ, Q3 – 1421 НУ.

Медиана времени работы лазера оказалась равна 8,5 мин (ИИ — 5,3–15,7 мин), затраченной энергии — 7,8 кДж (ИИ — 4,5–13,4 кДж). Медиана рассчитанной скорости абляции составила 13,1 мм<sup>3</sup>/с (ИИ — 1,8–4,8 мм<sup>3</sup>/с), показатель затраченной энергии на единицу объёма камня — 4,7 Дж/мм<sup>3</sup> (ИИ — 2,8 – 9,3 Дж/мм<sup>3</sup>) (Таблица 50).

Умеренная ретропульсия наблюдалась в 6-ти наблюдениях (8,11%). В 100% случаев хирург был удовлетворен видимостью: в 67 случаях (90,54%) была отмечена отличная видимость, в 7 случаях (9,46%) – удовлетворительная.

Частота осложнений в послеоперационном периоде оказалась достаточно низкой: 6,76%. К осложнению I класса был отнесен болевой синдром, ко II классу — инфекционно-воспалительные осложнения, а именно повышение температуры тела выше 37С. К III классу был отнесен случай обструкции мочеточникового стента, потребовавшей его замены.

### Результаты: группа ЧНЛТ

В исследование были включены 67 пациентов, которым была выполнена миниперкутанная нефролитотрипсия с применением ТВЛ (FiberLase U2, ИРЭ-Полус, Фрязино, Россия) в стенах Клиники Урологии им Р.М. Фронштейна в период с июля 2020 по сентябрь 2022 гг.

Медиана объема конкрементов была 2315 мм<sup>3</sup> с интерквартильным интервалом, равным 1428–3270 мм<sup>3</sup>. Медиана относительной плотности составила 1240 НУ (ИИ = 860-1610). Медиана затраченной энергии составила 3,6 кДж (ИИ — 2,4 – 7,7), времени работы лазера — 4,8 минуты с интерквартильным интервалом, равным 2,1 – 6,3 мин. Интерквартильный интервал рассчитанной скорости абляции оказался 5,2 – 9,9 мм<sup>3</sup>/с с медианой, равной 8,1 мм<sup>3</sup>/с. Медиана величины затраченной энергии на 1 мм<sup>3</sup> конкремента составила 1,7 Дж/мм<sup>3</sup> (ИИ – 0,9 – 3,4 Дж/мм<sup>3</sup>).

Отсутствие ретропульсии и отличная видимость были отмечены в 94,03% и 92,54%, соответственно. Значительная ретропульсия и неудовлетворительная видимость, требующие временной остановки операции, были зафиксированы в 1-ом наблюдении (1,49%). Удовлетворительная видимость и умеренная ретропульсия были в 5,97% и 2,99%, соответственно.

Были зарегистрированы 3 случая осложнений I класса, а именно болевой синдром в области оперативного вмешательства и эпизоды гематурии, не потребовавшие гемотрансфузии. К двум осложнениям II класса были отнесены инфекционно-воспалительные осложнения, в связи с которыми проводилась антибиотикотерапия в послеоперационном периоде. Осложнение III класса относилось к необходимости замены мочеочечниково-го стента в связи с его обструкцией.

Эффективность лечения для всех групп оказалась достаточно высокой – признаки резидуальных конкрементов при КТ-исследовании были обнаружены в 4,76% случаев в группе КУЛТ, в 10,81% - РИРХ и в 10,45% - ЧНЛТ. Более ранние результаты клинической эффективности и безопасности были опубликованы в 2020 году: отсутствие резидуальных камней после гибкой ретроградной уретероскопии было отмечено в 88,4% случаев [22], а после РИРХ - 86.6% [23].

По результатам нашего исследования ТВЛ для литотрипсии в ходе ЧНЛТ, КУЛТ и РИРХ показал высокую эффективность и безопасность.

### **Исследование нового импульса минимальной ретропульсии (ИМР)**

Явление ретропульсии заключается в ретроградной миграции конкремента при воздействии на него той или иной энергии для литотрипсии. Ретропульсия заставляет уролога перемещать оптическое волокно и уретероскоп вслед за новым положением конкремента, что увеличивает время операции и снижает её эффективность.

Помимо увеличения времени хирургического вмешательства и ассоциированных с этим риском осложнений мигрирующие камни или их фрагменты могут стать причиной повторных вмешательств, а также могут служить очагами литогенеза [24,25].

При использовании лазерной энергии для литотрипсии ретропульсия вызывается тремя механизмами:

1. Давление на камень, создаваемое паровым пузырем между кончиком волокна и камнем, как во время формирования парового канала (эффект Moses);
2. Давление отдачи при абляции: струйный эффект абляционных частиц;
3. Движение потока жидкости, образующееся между импульсами лазерного излучения.

В целях снижения выраженности ретропульсии для ТВЛ был разработан Импульс Минимальной Ретропульсии (ИМР), реализованный в FiberLase U3 (ИРЭ-Полюс, Фрязино, Россия), который должен свести к минимуму механическое воздействие на камень от парового пузыря между кончиком волокна и камнем во время формирования парового канала, а также давление отдачи продуктов абляции.

ИМР состоит из (Рисунок 4):

- Пилотного длинного импульса с минимальной мощностью и энергией для создания парового канала и начальной абляции с незначительным механическим воздействием на камень;
- Основного импульса с оптимальной пиковой мощностью и энергией для максимальной эффективности абляции.

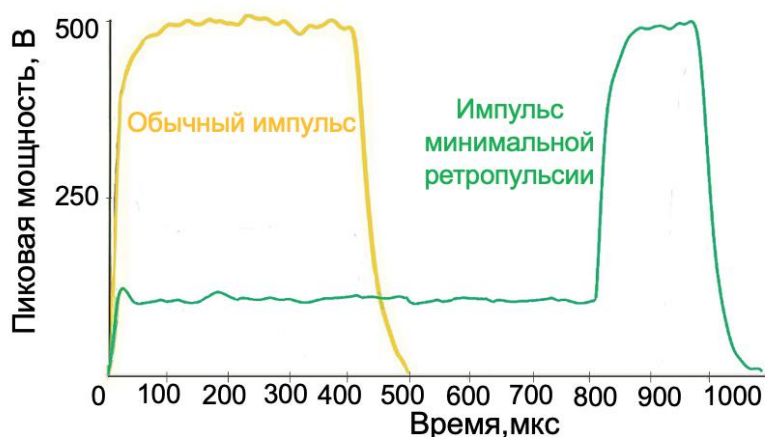


Рисунок 4 – Профили обычного импульса и ИМР

Для оценки эффективности ИМР были проведены сравнительные исследования в отношении выраженности ретропульсии для трех лазерных установок — гольмиевый лазер с длинным импульсом, ТВЛ со стандартным импульсом, ТВЛ с ИМР. На всех установках были выставлены следующие режимы — 0,2Дж 70Гц, 0,5Дж 30 Гц, 1Дж 15 Гц, 1,5Дж 10 Гц, излучение подавалось в течение 0,5с.

В ходе исследования ИМР *in vitro* удалось показать, что оптимизация пиковой мощности и формы импульса позволяет уменьшить ретропульсию и повысить эффективность абляции. ТВЛ с ИМР показал наименьшие показатели выраженности и скорости ретропульсии при наивысшей эффективности абляции. ИМР ТВЛ уменьшает ретроградное смещение камня 5х5х5 мм после 0,5 сек воздействия лазером мощностью 15 Вт и энергией 0,2-1,5 Дж: в 1,5 раза по сравнению со стандартным импульсом ТВЛ и в 2,3 раза по сравнению с длинным импульсом гольмиевого лазера.

Эффективность абляции ИМР ТВЛ для камня размерами 5х5х5 мм<sup>3</sup> после лазерного воздействия мощностью 15 Вт и энергией 0,2-1,5 Дж оказалась сопоставимой со стандартным импульсом ТВЛ и в 2,2 раза выше длинного импульса гольмиевого лазера (Рисунок 51). Таким образом, высокоэнергетические ИМР можно использовать для эффективной абляции без увеличения выраженности ретропульсии.



**ВЫВОДЫ**

1. При удалении опухоли мочевого пузыря единым блоком с помощью тулиевого волоконного лазера частота выявления детрузора в макропрепарате составила 92,4%. Общая частота рецидивов в течение первого года составила 14,4%, в течение 5 лет – 31,8%.
2. Частота развития кровотечений после удаления опухоли мочевого пузыря единым блоком с помощью ТВЛ составила 0,8%, инфекционно-воспалительные осложнения – 6,8%. Не отмечено случаев стимуляции запирающего нерва и неконтролируемых перфораций стенки мочевого пузыря.
3. В макропрепарате после удаления опухоли мочевого пузыря достоверно чаще присутствуют волокна детрузора, чем после стандартной ТУР - 92,4% и 50,7% соответственно ( $p < 0,001$ ). Общая частота рецидивов в течение первого года статистически достоверно была выше после стандартной ТУР и составила 34,8%, тогда как после удаления опухоли при помощи ТВЛ – 14,4% ( $p = 0,001$ ).
4. В серии клинических наблюдений была продемонстрирована безопасность и эффективность удаления опухоли из полости дивертикула мочевого пузыря при помощи тулиевого волоконного лазера.
5. В серии клинических наблюдений была продемонстрирована техническая выполнимость безопасного и радикального удаления лейомиом мочевого пузыря при помощи тулиевого волоконного лазера.
6. Частота развития стрессового недержания мочи при использовании техники раннего освобождения сфинктера в ходе энуклеации гиперплазии простаты с помощью ТВЛ составила 3%. При анализе потенциальных предикторов развития СНМ статистически доказана значимость только техники операции ( $p = 0,01$ ; ОШ=0,114).
7. На основании экспериментального исследования доказано превосходство излучения с пиковой мощностью 500 Вт (FiberLase U3) над излучением с пиковой мощностью 120 Вт (FiberLase U1) в отношении возможности механической диссекции тканей.
8. На основании результатов экспериментальных исследований предложен новый режим для выполнения лазерной энуклеации гиперплазии простаты – 4Дж и 15 Гц, который позволяет снизить степень карбонизации тканей в ходе энуклеации и увеличить степень механической диссекции тканей. При выполнении лазерной уретеролитотрипсии с помощью ТВЛ медиана скорости абляции составила 2,9 мм<sup>3</sup>/с, медиана времени работы лазера составила 2,1 мин, частота отсутствия резидуальных конкрементов – 92%. Частота развития осложнений – 4,8% (Clavien-Dindo 1-2).
9. При выполнении миниперкутанной нефролитотрипсии с помощью ТВЛ медиана скорости

абляции составила 8,1 мм<sup>3</sup>/с, медиана времени работы лазера составила 4,8 мин, частота отсутствия резидуальных конкрементов – 89,6%. Частота развития осложнений – 8,96% (Clavien-Dindo 1-3).

10. При выполнении ретроградной гибкой нефролитотрипсии с помощью ТВЛ медиана скорости абляции составила 3,1 мм<sup>3</sup>/с, медиана времени работы лазера составила 8,5 мин, частота отсутствия резидуальных конкрементов – 89,2%. Частота развития осложнений – 6,75% (Clavien-Dindo 1-3).

11. Новый импульс минимальной ретропульсии ТВЛ уменьшает ретроградное смещение камня 5х5х5 мм после 0,5 сек воздействия лазером мощностью 15 Вт и энергией 0,2-1,5 Дж: в 1,5 раза по сравнению со стандартным импульсом ТВЛ и в 2,3 раза по сравнению с длинным импульсом гольмиевого лазера.

### ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При первичной опухоли клинической стадии Ta-T1 резекцию стенки мочевого пузыря с опухолью единым блоком с помощью тулиевого волоконного лазера следует рассматривать как операцию выбора.
2. Оптимальными параметрами излучения ТВЛ для удаления опухоли мочевого пузыря единым блоком являются: энергия излучения = 1,0 Дж, мощность = 10 Вт; лазерное волокно диаметром 550 - 600 мкм.
3. Локализацию опухолей в области боковых стенок мочевого пузыря можно считать дополнительным показанием для использования ТВЛ по сравнению со стандартной ТУР в связи с отсутствием риском стимуляции запирательного нерва.
4. Рекомендовано использование техники раннего освобождения сфинктера мочеиспускательного канала для минимизации риска развития стрессового недержания мочи после лазерной энуклеации с помощью ТВЛ.
5. Использование излучения ТВЛ с более высокой пиковой мощностью (FiberLase U3) позволяет увеличить эффект механической диссекции тканей
6. Для снижения уровня карбонизации тканей и увеличения механической диссекции тканей в ходе лазерной энуклеации с помощью ТВЛ можно использовать высокоэнергетические режимы – 4Дж и 15Гц.
7. При выполнении литотрипсии с помощью ТВЛ в режиме «распыление» наиболее оптимальным являются режимы с энергией в импульсе 0,3-0,5 Дж и частотой 30-50 Гц.
8. При выполнении литотрипсии с помощью ТВЛ в режиме «фрагментация» наиболее оптимальным является режимы с энергией в импульсе 0,8 - 2 Дж и частотой 10-20 Гц.

9. При недостаточной эффективности литотрипсии целесообразно увеличение энергии в импульсе (Дж), а при недостаточной скорости абляции – частоты (Гц).
10. При работе в мочеточнике не рекомендуется использовать излучение мощностью более 20 Вт и частотой более 30 Гц.
11. При повышенном риске миграции конкремента в ходе лазерной литотрипсии с помощью ТВЛ рекомендовано использовать специальный импульс минимальной ретропульсии.

### СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. П. В. Глыбочко, Ю. Г. Аляев, Л. М. Рапопорт, М. Э. Еникеев, Д. В. Еникеев, Н. И. Сорокин, Р. Б. Суханов, **А. М. Дымов**, О. Х. Хамраев, Д. С. Давыдов, М. С. Тараткин. Гольмиевая лазерная энуклеация гиперплазии предстательной железы: технические аспекты // **Андрология и генитальная хирургия**, 2015. Vol. 16, № 4. Р. 62–66.
2. Д.В. Еникеев, П.В. Глыбочко, Ю.Г. Аляев, Л.М. Рапопорт, М.Э. Еникеев, Д.Г. Цариченко, Н.И. Сорокин, Р.Б. Суханов, **А.М. Дымов**, О.Х. Хамраев, Д.С. Давыдов, М.С. Тараткин, Р.Р. Симбердеев. Гольмиевая лазерная энуклеация (HOLEP) при гиперплазии простаты маленьких, больших и гигантских размеров. Практические рекомендации. Опыт более 450 операций // **Урология**, 2016. № 4. С.63–69
3. Д.В. Еникеев, П.В. Глыбочко, Ю.Г. Аляев, Л.М. Рапопорт, Н.И. Сорокин, М.Э. Еникеев, **А.М. Дымов**, Р.Б. Суханов, О.Х. Хамраев, М.С. Тараткин, А.В. Дымова, Ж.Ш. Иноятов. Лазерная энуклеация гиперплазии простаты (HOLEP и THULEP): сравнительный анализ эффективности при лечении рецидивов гиперплазии простаты // **Урология**, 2017. № 4. Р. 50–54.
4. Д.В. Еникеев, П.В. Глыбочко, Ю.Г. Аляев, Л.М. Рапопорт, А.З. Винаров, М.Э. Еникеев, Н.И. Сорокин, Л.Г. Спивак, Р.Б. Суханов, **А.М. Дымов**, О.Х. Хамраев, М.С. Тараткин, Д.С. Давыдов, В.А. Винниченко. Современные лазерные технологии в хирургическом лечении гиперплазии простаты (обзор) // **Урология**, 2017. Vol. 1. С. 108–113
5. **Alim Dymov**, Petr Glybochko, Yuri Alyaev, Andrey Vinarov, Gregory Altshuler, Viktoria Zamyatina, Nikolay Sorokin, Dmitri Enikeev, Vladimir Lekarev, Alexandra Proskura, Alexey Koshkarev. Thulium lithotripsy: from experiment to clinical practice // **Journal of Urology**, 2017. Vol. 197, № 4. Р. 1285–1285. [**Scopus**]
6. Д. В. Еникеев, П. В. Глыбочко, Ю. Г. Аляев, Л. М. Рапопорт, М. Э. Еникеев, Л. Г. Спивак, Д. Г. Цариченко, Н. И. Сорокин, Р. Б. Суханов, А. М. Дымов, О. Х. Хамраев, М. Я. Гаас, М. С. Тараткин. Эндоскопическая энуклеация предстательной железы – новый стандарт хирургического лечения гиперплазии предстательной железы // **Андрология и генитальная хирургия**, 2017. Vol. 18, № 3. Р. 83–88.

7. Данилов С.П., Безруков Е.А., Суханов Р.Б., Давыдов Д.С., Сорокин Н.И., **Дымов А.М.**, Еникеев Д.В. Способы удаления аденоматозной ткани из мочевого пузыря // **Вопросы урологии и андрологии**, 2017. Vol. 5, № 4. P. 53–57.
8. Винаров А.З., **Дымов А.М.**, Сорокин Н.И., Минаев В.П., Лекарев В.Ю. Лазерное гидродинамическое рассечение биоткани в оперативной урологии // **Андрология и генитальная хирургия**, 2018. Vol. 19, № 2. P. 21–30.
9. Rapoport L., Vinarov A., Sorokin N., **Dymov A.**, Sukhanov R., Kislyakov D. Technical aspects of transurethral thulium laser en bloc resection of bladder cancer. // **Journal of Urology**, 2018. Vol. 199, № 4S. P. e573. [**Scopus**]
10. Л.О. Севергина, Н.И. Сорокин, **А.М. Дымов**, Д.Г. Цариченко, Д.В. Еникеев, Д.А. Кисляков, Л.М. Рапопорт, И.А. Коровин, Д.О. Королев. Лазерная резекция мышечно-неинвазивных опухолей мочевого пузыря единым блоком: клиничко-морфологические параллели // **Онкоурология**, 2018. Vol. 14, № 3. P. 78–84.
11. **Dymov A.** et al. Thulium fiber laser en bloc resection of bladder cancer. // **Journal of Urology**, 2018. Vol. 199, № 4S. P. e1117–e1118. [**Scopus**]
12. Д.С. Давыдов, Д.Г. Цариченко, Е.А. Безруков, Р.Б. Суханов, А.З. Винаров, Н.И. Сорокин, Д.В. Еникеев, **А.М. Дымов**, С.П. Данилов. Осложнения гольмиевой лазерной энуклеации гиперплазии предстательной железы // **Урология**, 2018. № 1. P. 42–47.
13. Л.М. Рапопорт, А.З. Винаров, Н.И. Сорокин, **А.М. Дымов**, Д.В. Еникеев, Д.Г. Цариченко, В.Ю. Лекарев, Р.Е. Климов, В.А. Андреева, А.А. Коваленко. Экспериментальное обоснование тулиеой литотрипсии // **Урология**, 2018. № 5. P. 74–80.
14. **Dymov A.M.** et al. Prospective clinical study on superpulse thulium fiber laser: Initial analysis of optimal laser settings // **European Urology**, 2019. Vol. 18, № 1. P. e500. [**Scopus**]
15. Lekarev V., **Dymov A.**, Vinarov A., Sorokin N., Minaev V., Minaev N., Tsyupina S., Yusupov V. Mechanism of Lithotripsy by Superpulse Thulium Fiber Laser and Its Clinical Efficiency // **Applied Sciences**, 2020, Vol. 10, Page 7480. [**Scopus**]
16. Viktoria Andreeva, Andrey Vinarov, Ilya Yaroslavsky, Anastasia Kovalenko, Alexander Vybornov, Leonid Rapoport, Dmitry Enikeev, Nikolay Sorokin, **Alim Dymov**, Dmitry Tsarichenko, Petr Glybochko, Nathaniel Fried, Olivier Traxer, Gregory Altshuler, Valentin Gapontsev. Preclinical comparison of superpulse thulium fiber laser and a holmium:YAG laser for lithotripsy // **World Journal of Urology**, 2020. Vol. 38, № 2. P. 497–503. [**Scopus**]
17. Dmitry Korolev, Roman Klimov, Dmitry Tsarichenko, Mikhail Enikeev, **Alim Dymov**, Stanislav Ali, Gagik Akopyan, Vladimir Lekarev, Mark Taratkin, Leonid Rapoport, Dmitry Enikeev, Petr Glybochko. Flexible ureteroscopy for kidney stones with novel superpulse thulium (tm) fiber laser – safety and efficacy clinical study // **Journal of Urology**, 2020. Vol. 203, № Supplement 4. [**Scopus**]

18. Dmitry Korolev, Roman Klimov, Dmitry Tsarichenko, Mikhail Enikeev, **Alim Dymov**, Stanislav Ali, Gagik Akopyan, Vladimir Lekarev, Mark Taratkin, Leonid Rapoport, Dmitry Enikeev, Petr Glybochko. Flexible ureteroscopy for lower pole renal stones: novel superpulse thulium (tm) fiber laser lithotripsy. First clinical results // **Journal of Urology**, 2020. Vol. 203, № Supplement 4. [**Scopus**]
19. Климов Р.Е., Лекарев В.Ю., Цариченко Д.Г., **Дымов А.М.**, Акопян Г.Н., Чиненов Д.В., Королев Д.О., Али С.Х., Герасимов А.Н., Рапопорт Л.М., Еникеев Д.В. Оптимизация параметров суперимпульсного тулиевого волоконного лазера с длиной волны излучения 1,94 мкм при миниперкутанной литотрипсии // **Вопросы урологии и андрологии**, 2020. Vol. 8, № 1. Р. 45–51.
20. Р.Е. Климов, В.Ю. Лекарев, Д.Г. Цариченко, **А.М. Дымов**, Г.Н. Акопян, Д.В. Чиненов, Д.О. Королев, С.Х. Али, А.Н. Герасимов, Л.М. Рапопорт, П.В. Глыбочко. Ретроградная интратренальная хирургия с использованием суперимпульсного тулиевого волоконного лазера с волной длиной 1,94 мкм // **Урология**, 2021. Р. 28–32.
21. **Dymov A.** et al. Thulium fiber laser for bladder leiomyoma treatment // **Journal of Urology**, 2022. Vol. 207, № Supplement 5. [**Scopus**]

## ПАТЕНТЫ

1. **Патент на изобретение № 2749185**, Российская Федерация. А61В 17/00. Способ удаления опухоли мочевого пузыря. / Кисляков Д.А., Севергина Л.О., Сорокин Н.И., Рапопорт Л.М., Цариченко Д.Г., Лачинов Э.Л., Вечорко В.И., **Дымов А.М.** – 2020135862, заявл. 30.10.2020, **опубл. 07.06.2021, Бюл. №16**
2. **Патент на изобретение № 2757678**, Российская Федерация. А61В 17/00. А61В 18/00. Способ предотвращения травмы наружного сфинктера уретры при выполнении трансуретральной лазерной энуклеации доброкачественной гиперплазии предстательной железы / Федор Анатолевич Севрюков, Марк Альбертович Володин, Алексей Дмитриевич Кочкин, Владимир Александрович Перчаткин, Дмитрий Владимирович Семёнычев, Сергей Валерьевич Попов, Игорь Николаевич Орлов, Евгений Николаевич Болгов, Николай Иванович Сорокин, **Алим Мухамедович Дымов** – 2021103368, заявл. 10.02.2021, **опубл. 20.10.2021, Бюл. №29**

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

- Вт – Ватт (мощность лазерного излучения)
- Гц – Герц (частота повторений импульса лазерного излучения)
- ГПЖ – гиперплазия предстательной железы
- ТВЛ – тулиевый волоконный лазер
- Дж – Джоуль (энергия импульса лазерного излучения)
- ДЛТ – дистанционная литотрипсия
- ИМТ - индекс массы тела
- КУЛТ – контактная уретеролитотрипсия
- МВП – мочевыводящие пути
- ЛМС – лоханочно – мочеточниковый сегмент
- МКБ - мочекаменная болезнь
- ММ – миллиметр
- РМП – рак мочевого пузыря
- ЧНЛТ - чрескожная нефролитотрипсия
- МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография
- МРТ – магнитно-резонансная томография
- КПД – коэффициент полезного действия
- НМИРМП – немышечно-инвазивный рак мочевого пузыря
- ПСА – простат-специфический антиген
- РИРХ – ретроградная интратренальная хирургия
- ТУР – трансуретральная резекция
- УЗИ – ультразвуковое исследование
- ЧЛС – чашечно – лоханочная система Шкала
- НУ – Шкала Хаунсфилда
- Ch - Шкала Шарьера
- Cis – carcinoma in situ
- Nd:YAG – неодимовый лазер