

На правах рукописи



Климов Роман Евгеньевич

Оптимизация параметров тулиевой волоконной литотрипсии в клинической практике

14.01.23 – Урология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва – 2022

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 руководитель:

доктор медицинских наук, профессор

Рапопорт Леонид Михайлович

Официальные оппоненты:

Григорьев Николай Александрович – доктор медицинских наук, профессор, Акционерное общество «Европейский Медицинский Центр», отделение урологии, и.о. заведующего отделением; Частное учреждение дополнительного профессионального образования «Медицинская школа ЕМС», кафедра урологии, заведующий кафедрой

Дутов Валерий Викторович – доктор медицинских наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М. Ф. Владимирского», факультет усовершенствования врачей, кафедра урологии, заведующий кафедрой

Ведущая организация: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится «27» июня 2022 г. в 13:00 часов на заседании диссертационного совета ДСУ 208.001.10 при ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) по адресу: 119435, г. Москва, ул. Большая Пироговская, д.2, строение 1

С диссертацией можно ознакомиться в ЦНМБ ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет) (119034, г. Москва, Зубовский бульвар, д.37/1) и на сайте организации: <https://www.sechenov.ru>

Автореферат разослан «__» _____ 2022 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

доктор медицинских наук, профессор

Тельпухов Владимир Иванович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Мочекаменная болезнь (МКБ) - одно из ведущих урологических заболеваний, к сожалению, склонное к тяжелому течению и рецидивированию. В урологическом стационаре больные уролитиазом составляют до 30-40%. Ежегодно выявляется 1 500 – 2 000 случаев первичного камнеобразования в мочевыводящих путях на 1 млн. населения.

Уровень заболеваемости мочекаменной болезнью неуклонно растет. По данным официальной статистики Министерства здравоохранения в Российской Федерации в 2016 г. показатели заболеваемости МКБ достигали 737,5 человек на 100 тыс. населения, а ее прирост за последние 10 лет превысил 25%. Считается, что тенденции к росту распространенности и заболеваемости обусловлены изменением образа жизни, питания и более агрессивной окружающей средой. Несмотря на то, что мочекаменная болезнь является доброкачественным заболеванием, в связи с ростом заболеваемости, идет и увеличение нагрузки на систему здравоохранения и расходы, в том числе: 1) прямые расходы, связанные с удалением камней и медицинским обслуживанием; 2) косвенные расходы, связанные со снижением производительности заболевшего населения.

Ряд демографических исследований показали, что уровни заболеваемости мочекаменной болезни варьирует в зависимости от возраста, пола и расы. Как и в случае с распространенностью уровень заболеваемости наиболее высок у белых мужчин. У мужчин заболеваемость начинает расти после 20 лет, достигает пика между 40 и 60 годами при $\sim 3/1000/\text{год}$, а затем начинает снижаться. Для женщин показатели заболеваемости, выше к концу 20-летнего периода ($2,5/1000/\text{год}$), а затем снижаются до $1/1000/\text{год}$ к 50-летнему возрасту. Затем этот показатель остается относительно постоянным в течение следующих нескольких десятилетий.

Мировые исследования, посвященные лечению мочекаменной болезни, демонстрируют возрастающий интерес к уретероскопии и ретроградной интратенальной хирургии (РИРХ), стабильность для чрескожной нефролитотрипсии (ЧНЛТ) и постепенное снижение дистанционной литотрипсии.

Изменение парадигмы хирургического лечения МКБ в значительной степени было связано с быстрым развитием эндоскопических технологий, в том числе эндоскопов, более эффективных вспомогательных девайсов, такие как корзинчатые экстракторы и др., улучшение протоколов лечения, совершенствование лазерных технологий. Громадным скачком в эндоскопии стала миниатюризация и высокая маневренность инструментов, появления микрокамер на их дистальных концах.

Все вышеперечисленное позволило значительно увеличить эффективность и скорость дробления камней. Большинство последних инноваций в этой области связано с

совершенствованием и миниатюризацией ригидных и гибких эндоскопических инструментов, а также совершенствование литотриптеров и лазерных технологий.

Степень ее разработанности. С появлением нового импульсного тулиевого волоконного лазера с длиной волны 1,94 мкм, с максимальной пиковой мощностью 500 Вт повысился интерес у исследователей. Тулиевый волоконный лазер эффективно себя показавшего не только в эксперименте, но и в первых клинических исследованиях. Наша работа была посвящена клиническому использованию тулиевого волоконного лазера, оценке и подбору оптимальных режимов лазерного излучения для выполнения литотрипсии камней любой локализации и при всех видах эндоскопических вмешательств, таких как гибкая ретроградная нефролитотрипсия, миниперкутанная нефролитотрипсия, контактная уретеролитотрипсия, цистолитотрипсия. Подобрать оптимальные режимы для каждого из вышеперечисленных видов оперативных вмешательств, мы улучшили качество оказываемой помощи больным мочекаменной болезнью, снизив риски миграции конкремента, и сохраняя качественную эндоскопическую визуализацию во время выполнения лазерной контактной литотрипсии. Оценили безопасность применения данного лазера путем интраоперационного наблюдения, за все время проведения исследования не было зафиксированного ни одного случая осложнений, связанного с использованием тулиевого волоконного лазера, а также убедились в его эффективности оценив показатель «stone free rate» у пациентов по данным КТ после выполнения тулиевой волоконной литотрипсии.

Цель исследования - улучшить результаты оперативного лечения больных мочекаменной болезнью.

Задачи исследования:

1. Подобрать оптимальное сочетание параметров лазерного излучения тулиевого волоконного лазера для выполнения гибкой ретроградной нефролитотрипсии;
2. Подобрать оптимальные режимы лазерного излучения тулиевого волоконного лазера для выполнения миниперкутанной нефролитотрипсии;
3. Подобрать оптимальное сочетание параметров лазерного излучения тулиевого волоконного лазера для выполнения контактной уретеролитотрипсии;
4. Подобрать оптимальные режимы лазерного излучения тулиевого волоконного лазера для выполнения цистолитотрипсии;
5. Определить эффективность литотрипсии при использовании тулиевого волоконного лазера для дробления камней в почке, мочеточнике и мочевом пузыре путем оценки «stone free rate».

Научная новизна. Впервые в клинической практике проведен подбор оптимальных параметров литотрипсии при помощи новейшего тулиевого волоконного лазера, проведен анализ и выводы их влияния на возникновение ретропульсии и эндоскопической визуализации с целью

улучшения лечения мочекаменной болезни. Проведена оценка эффективности тулиевого волоконного лазера путём оценки «stone free rate» по данным КТ.

Теоретическая и практическая значимость. Оптимизация параметров тулиевой волоконной литотрипсии, позволила увеличить эффективность оперативного лечения мочекаменной болезни, облегчить выбор оптимального режима для выполнения гибкой ретроградной нефролитотрипсии, миниперкутанной нефролитотрипсии, контактной уретеролитотрипсии и цистолитотрипсии.

Полученные результаты внедрены в практическую деятельность Института Урологии и репродуктивного здоровья человека Первого МГМУ им. И.М. Сеченова. Анализ результатов может быть важен для улучшения лечения мочекаменной болезни путем подбора оптимальных параметров литотрипсии и внедрения их в клиническую практику. Результаты проведенных исследований используются при обучении студентов, ординаторов, врачей на повышения квалификации в Институте Урологии и репродуктивного здоровья человека Первого МГМУ им. И.М. Сеченова.

Методология и методы исследования. Представленная на защиту научно - исследовательская работа выполнена с соблюдением этических норм и принципов доказательной медицины. Методология диссертационной работы предусматривала разработку дизайна исследования, определение объема выборки для обеспечения ее репрезентативности, подбор математических и программных средств статистической обработки полученных данных. Для проведения исследовательской работы использованы современные диагностические методы обследования и лечения пациентов.

Положения, выносимые на защиту:

1. Для выполнения РИРХ оптимальны режимы распыления;
2. Для выполнения МПНЛ оптимальны режимы как распыления, так и фрагментации;
3. Для выполнения КУЛТ оптимальны режимы распыления;
4. Для выполнения цистолитотрипсии оптимальны высокоэнергические режимы фрагментации.

Степень достоверности и апробация результатов. Результаты работы доложены на научно-практической конференции с международным участием «Высокие технологии в урологии» 6-7 апреля 2017 года г. Москва, XVII Конгрессе Российского Общества Урологов в г. Москве в 2018 г., на X Всероссийской урологической Видеоконференции в г. Москве в 2018 г., на Конгрессе Европейской Ассоциации Урологов (EAU) в г. Копенгаген в 2018 г., на Конгрессе Всемирного Общества Эндоурологов в г. Париж в 2018 г., на Втором ежегодном научно-практическом семинаре «II – Урологическая школа тулиевых технологий» в 2019г., на XVIII

Конгрессе Российского Общества Урологов в г. Екатеринбург в 2019 г., на 29-й Всемирном Конгрессе по Видеоурологии и Достижениям в Клинической Урологии в г. Москва в 2019 г., на XI Всероссийской урологической Видеоконференции в г. Москва в 2019 г., на Конгрессе Европейской Ассоциации Урологов (EAU) в г. Барселона в 2019 г., на 7-ом Конгрессе секции ЕАУ по урологическим технологиям (ESUT), в г. Лейпциг в 2020 г.

Связь работы с научными программами, планами, темами. Представленная диссертационная работа выполнена в соответствии с научно-исследовательской программой в Институте Урологии и репродуктивного здоровья человека ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).

Внедрение результатов исследования в практику. Полученные результаты внедрены в практическую деятельность Института Урологии и репродуктивного здоровья человека Первого МГМУ им. И.М. Сеченова. Анализ результатов может быть важен для улучшения лечения мочекаменной болезни путем подбора оптимальных параметров литотрипсии и внедрения их в клиническую практику. Результаты проведенных исследований используются при обучении студентов, ординаторов, врачей на повышения квалификации в Институте Урологии и репродуктивного здоровья человека Первого МГМУ им. И.М. Сеченова.

Личный вклад автора. Автор самостоятельно осуществлял подбор пациентов и их клиническое обследование, как самостоятельно, так и в качестве ассистента проводил все современные методы диагностики, а также и хирургическое лечение. Автором проведена систематизация, статистическая обработка и анализ полученных данных.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 6 печатных работ, отражающих полностью содержание диссертации, в том числе 3 издания, входящих в Перечень рецензируемых изданий Сеченовского Университета, из них 3 статьи в научных журналах, индексируемых в МБД (Scopus, Web of Science).

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертация соответствует паспорту научной специальности 14.01.23 – Урология. Урология - область науки, занимающаяся методами диагностики, лечения и профилактики заболеваний мочеполовой системы (почек, мочеточников, мочевого пузыря, мочеиспускательного канала, предстательной железы, органов мошонки, полового члена), за исключением заболеваний, передающихся половым путем. Область исследования диссертации - изучение этиологии, патогенеза и распространённости МКБ; разработка и усовершенствование методов диагностики и профилактики урологических заболеваний.

Объём и структура диссертации. Диссертация изложена на 120 страницах, в 4 главах, дополненных вводной частью, 4 клиническими примерами, заключением и выводами. Работа

включает в себя 27 диаграмм, 37 рисунков, 9 таблиц. При написании диссертации использовано 114 литературных источников, из них 9 российских, 105 зарубежных.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы

В период с сентября 2017 по август 2019 года всего на базе клиники урологии ПМГМУ им. И.М. Сеченова нами было выполнена лазерная контактная литотрипсия 500 пациентам: 152 пациентам выполнена ретроградная интравенальная хирургия, 171 пациенту выполнена чрескожная нефролитотрипсия, 149 пациентам выполнена контактная уретеролитотрипсия, 28 пациентам выполнена цистолитотрипсия.

Возраст пациентов от 18 до 78 лет. Средний возраст составил 54 ± 11 лет. Количество женщин вошедших в исследование составило 199 (39,8%), мужчин 301 (60,2%).

Характеристика методов исследования, применяемых на этапе подготовки пациентов перед выполнением контактной тулевой волоконной литотрипсии

Всем пациентам, участвующим в исследовании, проводилось комплексное урологическое обследование с использованием современного диагностического оборудования с целью постановки диагноза и выбора тактики оперативного пособия. В комплексные урологические обследования входило: сбор анамнеза, жалоб, диагностические (ультразвуковое исследование, рентгенография, компьютерная томография) и лабораторные методы обследования.

Лабораторные методы обследования: биохимический анализ крови; клинический (общий) анализ крови; общий анализ мочи; бактериологическое исследование мочи.

УЗ-исследование почек, мочевого пузыря выполнялось на ультразвуковых сканерах с использованием конвексного и линейного датчика с частотой 3,5 МГц. УЗ-сканеры: ACUSON XP 128/10 (США) и GE LOGIQ 7.

При выполнении мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) использовался спиральный 40-срезовый компьютерный томограф Siemens Somatom Sensation 40 и Toshiba AQUILION ONE. Исследования проводились нативные и с использованием контрастных препаратов.

Характеристика хирургического инструментария и больных, перенесших гибкую ретроградную интравенальную нефролитотрипсию

В Институте Урологии и репродуктивного здоровья человека Первого МГМУ им. И.М. Сеченова за период с сентября 2017 по август 2019 года выполнена ретроградная гибкая нефролитотрипсия 152 пациентам. Из них 68 (44,7%) женщин и 84 (55,3%) мужчин. Возраст

пациентов составил от 18 до 80 лет. Размеры камней в почке от 3 до 30 мм. Плотность камней в почке от 250 до 1900 ед. Н.

При выполнении гибкой ретроградной нефролитотрипсии использовались следующие параметры: лазерное волокно 200 мкм, энергия импульса 0,1-2 Дж, мощность 6-40 Вт, частота импульса 30-400 Гц. Интраоперационно проводилась оценка влияния режимов на эндоскопическую визуализацию и возникновение ретропульсии.

При выполнении гибкой ретроградной нефролитотрипсии использовался одноразовый цифровой гибкий уретеронефроскоп LithoVue™, с внешним диаметром тубуса 9,5 Ch и рабочим каналом 3,6 Ch, углом отклонения 270° в обоих направлениях: вверх и вниз. Использовался с системной рабочей станцией, включающей ПК с сенсорным экраном, тележку и шнур электропитания.

После выполнения оперативного вмешательства осуществлялась установка мочеточникового стента сроком от 7 до 10 дней, дренирование мочевого пузыря уретральным катетером диаметром 16-20 Ch.

В послеоперационном периоде пациенты получали антибактериальную, противовоспалительную, анальгетическую терапию.

Характеристика хирургического инструментария и больных, перенесших миниперкутанную нефролитотрипсию

В Институте урологии и репродуктивного здоровья человека Первого МГМУ им. И.М. Сеченова за период с сентября 2017 по август 2019 года миниперкутанная нефролитотрипсия выполнена 171 пациенту (84 женщинам и 87 мужчинам). Возраст пациентов составил от 21 до 72 лет; размеры камней в почке - от 4 до 55 мм; их плотность - от 290 до 2100 ед. НУ.

Выполнялась миниперкутанная нефролитотрипсия тулиевым волоконным лазером со следующими параметрами: лазерное волокно 400 мкм, энергия импульса 0,1-6 Дж, мощность 6-40 Вт, частота импульса 30-300 Гц.

Интраоперационно проводилась оценка влияния режимов на эндоскопическую визуализацию поля и возникновения ретропульсии. Использовался нефроскоп фирмы «KARL STORZ» (16,5 Ch).

При использовании нефроскопа видеоконтроль и освещение оперативного вмешательства осуществлялись с помощью блока управления видеокамерой источника холодного света «KARL STORZ». Эндоскопическая визуализация обеспечивалась видеокамерой фирмы «KARL STORZ» Германия и монитором фирмы «SONY» Япония.

В послеоперационном периоде проводилась антибактериальная, противовоспалительная и анальгетическая терапии.

Характеристика хирургического инструментария и больных, перенесших контактную уретеролитотрипсию

В Институте урологии и репродуктивного здоровья человека первого МГМУ им. И.М. Сеченова за период с сентября 2017 по август 2019 года 149 пациентам выполнена контактная уретеролитотрипсия. Из них 47 (31,5%) женщин и 102 (68,5%) мужчин. Возраст пациентов составил от 18 до 80 лет. Размеры камней в мочеточнике от 3 до 24 мм. Плотность камней от 255 до 1800 ед. НУ.

При выполнении контактной уретеролитотрипсии использовались следующие параметры: лазерное волокно 200 мкм, энергия импульса 0,1-1,5 Дж, мощность 6-40 Вт, частота импульса 6-400 Гц. Интраоперационно проводилась оценка влияния режимов на эндоскопическую визуализацию поля и возникновения ретропульсии. Использовался уретероскоп фирмы «RICHARD WOLF» (Ch 9,5)

Оперативное вмешательство с использованием уретероскопа осуществлялось под видеоконтролем и освещением с помощью блока управления видеокамерой и источника холодного света «KARL STORZ». Видеокамера фирмы «KARL STORZ» Германия и монитор фирмы «SONY» Япония обеспечивали эндоскопическую визуализацию.

После выполнения контактной уретеролитотрипсии осуществлялась установка мочеточникового стента сроком от 7 до 10 дней, дренирование мочевого пузыря уретральным катетером диаметром 16-20 Ch в течение суток.

В послеоперационном периоде проводилась антибактериальная, противовоспалительная и анальгетическая терапии.

Характеристика хирургического инструментария и больных, перенесших цистолитотрипсию

В Институте урологии и репродуктивного здоровья человека первого МГМУ им. И.М. Сеченова за период с сентября 2017 по август 2019 года выполнена цистолитотрипсия 28 пациентам. Из них 3 (10,8%) женщин и 25 (89,2%) мужчин. Возраст пациентов составил от 29 до 80 лет. Размеры камней в мочевом пузыре от 7 до 50 мм.

При выполнении цистолитотрипсии использовались следующие параметры: лазерное волокно 600 мкм, энергия импульса 0,15-6 Дж, мощность 10-40 Вт, частота импульса 3,3- 200 Гц. Интраоперационно проводилась оценка влияния режимов на эндоскопическую визуализацию поля и возникновения ретропульсии.

Видеоконтроль и освещение оперативного вмешательства обеспечивались с помощью блока управления видеокамерой и источника холодного света «KARL STORZ».

При помощи видеокамеры фирмы «KARL STORZ» Германия и монитора фирмы «SONY» Япония, обеспечивалась эндоскопическая визуализация.

После выполнения цистолитотрипсии осуществлялось дренирование мочевого пузыря уретральным катетером диаметром 16-20 Ch в течении 1-3 суток.

В послеоперационном периоде проводилась антибактериальная, противовоспалительная и анальгетическая терапии.

Характеристика операционной, лазерного аппарата, особенности подачи ирригационной жидкости во время выполнения гибкой ретроградной нефролитотрипсии, миниперкутанной нефролитотрипсии, контактной уретеролитотрипсии, цистолитотрипсии

Все виды операций выполнялись в рентген - операционной Siemens Uroscope.

Для дезинтеграции камней при всех вышеперечисленных видах оперативных вмешательств нами применялся суперимпульсный тулиевый волоконный лазер с длиной волны 1,94 мкм, максимальной выходной мощностью 40 Вт, максимальной пиковой мощностью 500 Вт "FiberLase U2".

Подача физиологического раствора (ирригационная жидкость) при выполнении всех вышеописанных эндоскопических операций осуществлялась самотёком, за счет разницы гидростатического давления. Давление ирригационной жидкости составляло 30-40 см. вод. ст., за счет установки емкости с ирригационной жидкостью на высоте 30-40 см от уровня поверхности операционного стола.

В начале исследования использовались различные варианты параметров и исходя из предпочтений хирурга сформировался список наиболее актуальных режимов, которые позволяли эффективно дезинтегрировать камни с сохранением хорошей эндоскопической визуализацией и минимальной ретропульсией. Ретропульсия и качество эндоскопической видимости оценивалось диссертантом совместно с оперирующим хирургом интраоперационно.

Результаты исследования и их обсуждение

Особенности режимов тулиевого волоконного лазера, наиболее часто используемых при гибкой интравенальной нефролитотрипсии

Режим № 1 «0,5 Дж, 30 Гц, 15 Вт» применялся наиболее часто. Энергия импульса 0,5 Дж является оптимальной для режима «распыления» камня и позволяет избежать образования крупных фрагментов, несмотря на более мощную энергию импульса, по сравнению с режимом №2 «0,15 Дж, 200 Гц, 30 Вт». По результатам исследования данный режим положительно оценивался по всем параметрам при выполнении РИРХ. Исходя из оценки хирургов качество эндоскопической видимости зависит от частоты импульса лазерного излучения (Гц), чем больше частота импульса, тем более выражено негативное влияние на эндоскопическую визуализацию. Энергия импульса (Дж) напрямую влияет на возникновение ретропульсии. Чем больше энергия импульса (Дж), тем ретропульсия более выражена. Энергия импульса 0,5 Дж, оказывает

незначительное влияние на возникновение ретропульсии. Данный режим обладает небольшой частотой повторений импульса (30 Гц), что позволяет сохранять хорошую видимость операционного поля, даже в ограниченном пространстве чашечек почки или возникновении геморрагии. Успешно применяется при различной локализации камней.

Режим №2 «0,15 Дж, 200 Гц, 30 Вт» занимает второе место по частоте применения. Плюсом данного режима является возможность дезинтегрировать камень в «пыль», без образования фрагментов, что положительно сказывается на самостоятельном отхождении частиц камня в послеоперационном периоде не причиняя дискомфорт пациенту.

Особенностью данного режима является высокая частота повторений импульса лазерного излучения (200 Гц), что оказывает влияние на ухудшение качества эндоскопической видимости, за счет образования пузырьков воздуха и «пыли» при выполнении литотрипсии, в связи с чем использование данного режима ограничено качеством визуализации операционного пространства.

Режим №3 «0,8 Дж, 31,25 Гц, 25 Вт» и режим №4 «0,8 Дж, 37,5 Гц, 30 Вт» (porcorning) обладают максимальным показателем энергии импульса (0,8 Дж) в режиме «распыления», повышение энергии импульса (Дж) приводит к разрушению камня на более крупные части и позиционируется как режим «фрагментации». По результатам исследования данные режимы могут приводить к образованию фрагментов и ретропульсии, однако несмотря на это, использовались достаточно часто, увеличение скорости дезинтеграции камня за счет более сильной энергии импульса (Дж) позволили данным режимам получить высокую оценку хирургов. Также стоит отметить, что ретропульсия и образование фрагментов хоть и более выражены, чем при использовании режимов №1 и №2, однако это не снижало качество выполнения литотрипсии и не приводило к осложнениям в послеоперационном периоде при самостоятельном отхождении фрагментов.

Хотелось бы отметить минимальное использование режимов «фрагментации» (более 0,8 Дж), в связи с необходимостью дезинтегрировать камень на мельчайшие частицы и режимы, приведенные выше позволяют получить именно такой результат. Однако бывают исключительные ситуации, когда необходимо увеличить энергию импульса (Дж), в таком случае рекомендуется использовать не более 2 Дж, в связи с высоким риском ретропульсии и образования крупных фрагментов.

При выборе режима в первую очередь необходимо обращать внимание на качество эндоскопической видимости и при ухудшении последней переходить на низкочастотные режимы.

Ниже представлен алгоритм использования режимов при выполнении гибкой ретроградной интрауретеральной лазерной нефролитотрипсии в нашей клинической практике

- №1- 0,5 Дж, 30 Гц, 15 Вт
- №2- 0,15 Дж, 200 Гц, 30 Вт
- № 3- 0,8 Дж, 31,25 Гц, 25 Вт
- № 4- 0,8 Дж, 37,5 Гц, 30 Вт

В первую очередь мы пробуем применить режим №2- «0,15 Дж, 200 Гц, 30 Вт», его качества полностью соответствуют нашим задачам, одна из них разрушение камня на мелкие частицы, однако, как говорилось ранее эндоскопическая визуализация при использовании данного режима может снижаться, если видимость снижается критично мы переходим к использованию режимов №1- «0,5 Дж, 30 Гц, 15 Вт» № 3- «0,8 Дж, 31,25 Гц, 25 Вт», № 4- «0,8 Дж, 37,5 Гц, 30 Вт»

Режимы №1,3,4 эффективно разрушают камни и не ухудшают эндоскопическую видимость, выбор остается за хирургом, у каждого специалиста есть возможность выбрать наиболее комфортный для себя режим из трех представленных.

Особенности режимов, наиболее часто используемых при тулиевой волоконной миниперкутанной нефролитотрипсии

Режим №1 – относится к категории «распыление», применяется достаточно часто (0,15 Дж, 200 Гц, 30 Вт); особенностью данного режима является низкое значение энергии импульса - 0,15 Дж, что позволяет дезинтегрировать камень в «пыль» без риска образования крупных фрагментов. Однако, как говорилось ранее, данный режим может оказывать отрицательное влияние на качество эндоскопической визуализации.

Режим №2 - один из наиболее часто используемых режимов (0,5 Дж, 30 Гц, 15 Вт) при различных локализациях камней в почке; является режимом «распыления». Оптимальная энергия импульса (0,5 Дж) позволяет избегать ретропульсии, но при этом эффективно дезинтегрировать камень на мелкие фрагменты. И, что очень важно, частота повторений энергии импульса (30 Гц) позволяет сохранить хорошее качество эндоскопической визуализации.

Режимы № 3 и №4 - относятся к категории «распыления» (режим №3 - 0,8 Дж, 31,25 Гц, 25 Вт; режим №4 - 0,8 Дж, 37,5 Гц, 30 Вт). Увеличение энергии импульса более 0,8 Дж приводит к повышенному риску образования крупных фрагментов, т.е. эти режимы являются наиболее мощными в данной категории; они обладают достаточно мощной энергией импульса, не приводя при этом к значительному образованию крупных фрагментов и ретропульсии. Повышение энергии импульса более 0,8 Дж определяется как режим «фрагментации».

Режимы с №1 по №4 являются достаточно часто используемыми при проведении миниперкутанной нефролитотрипсии.

Режимы №5, №6, №7, №8 - относятся к категории «фрагментация», обладают высокой энергией импульса (№5 - 1,5 Дж, 15 Гц, 30 Вт; №6 - 1,5 Дж, 26,6 Гц, 40 Вт; №7 - 2 Дж, 15 Гц, 30 Вт; №8 - 2 Дж, 20 Гц, 40 Вт), что позволяет быстро разрушать камень на фрагменты таких размеров, при которых их эвакуация по тубусу, благодаря феномену Бернулли, не является проблемной. При этом сохраняется достаточно хорошая видимость для качественного выполнения нефролитотрипсии.

Несмотря на выраженную ретропульсию, данные режимы активно используются при миниперкутанной нефролитотрипсии в нашей клинической практике.

Режим №9 – режим «фрагментации», редко используется при МПНЛ (4 Дж, 10 Гц, 40 Вт) в связи с высоким риском возможной миграции самого камня или его фрагментов, а также в связи с низкой частотой импульсов лазерного излучения (Гц). Поэтому дальнейшее повышение энергии импульса нецелесообразно при выполнении данного вида оперативного вмешательства.

Как режим «распыления», так и «фрагментации» хорошо подходят для выполнения МПНЛ. Причина более частого использования режимов распыления в том, что мы можем не только дезинтегрировать камень «в пыль», но и разрушать камень на небольшие фрагменты, а затем эвакуировать их благодаря эффекту Бернулли. При использовании же режимов «фрагментации» образующиеся фрагменты камня часто слишком велики и для эвакуации необходимо их дополнительное разрушение на более мелкие части, что увеличивает время операции. Кроме того, учитывая более высокие риски ретропульсии, предпочтение справедливо отдается режимам «распыления», при которых ретропульсия отсутствует или минимальна.

Ретропульсия и качество эндоскопической визуализации - основные показатели при выборе режима для выполнении миниперкутанной нефролитотрипсии.

При использовании всех вышеперечисленных режимов интраоперационно не наблюдалось повреждения слизистой с дальнейшими осложнениями. Возникающая при этом геморрагия связывалась с особенностями миниперкутанного пособия.

Выполнение миниперкутанной нефролитотрипсии с использованием суперимпульсного тулиевого волоконного лазера показывает высокие результаты «stone free rate».

Ниже представлен алгоритм использования режимов при выполнении лазерной миниперкутанной нефролитотрипсии в нашей клинической практике:

- №1- 0,15 Дж, 200 Гц, 30 Вт
- №2- 0,5 Дж, 30 Гц, 15 Вт
- №3- 0,8 Дж, 31,25 Гц, 25 Вт
- №4- 0,8 Дж, 37,5 Гц, 30 Вт
- №5- 1,5 Дж, 15 Гц, 30 Вт
- №6- 1,5 Дж, 26,6 Гц, 40 Вт

- №7- 2 Дж, 15 Гц, 30 Вт
- №8- 2 Дж, 20 Гц, 40 Вт
- №9- 4 Дж, 10 Гц, 40 Вт

Перед началом выполнения лазерной миниперкутанной нефролитотрипсии мы ставим задачи и оцениваем каждый случай индивидуально:

- Если нам необходимо избежать ретропульсии и как следствие миграции небольшого камня, ≤ 1 см. или фрагментов целесообразно начинать с режима №1- «0,15 Дж, 200 Гц, 30 Вт» и №2- «0,5 Дж, 30 Гц, 15 Вт»;
- Камни малых и средних размеров ≤ 2 см. успешно разрушаются при использовании режимов №3- «0,8 Дж, 31,25 Гц, 25 Вт» и №4- «0,8 Дж, 37,5 Гц, 30 Вт», ретропульсия не выражена по сравнению с режимами «фрагментации» (№5-№9) и качество видимости удовлетворительное. Также следует перейти на использование данных режимов, если первые два режима не удовлетворяют, например, в скорости разрушения камня;
- Режимы «фрагментации» используются при крупных камнях >2 , следует начинать с режимов с меньшей энергии импульса (Дж), переходя к более большим значениям при необходимости, чем больше энергия импульса, тем образуются более крупные фрагменты камня, которые необходимо дополнительно разрушать, чтобы была возможность эвакуировать их наружу по тубусу.

Особенности режимов, используемых при контактной уретеролитотрипсии.

Главная особенность выполнения лазерной контактной уретеролитотрипсии, это ограниченное, небольшое пространство операционного поля, в связи с чем, высокая частота импульса лазерного излучения (Гц) приводит к значительному ухудшению эндоскопической визуализации, а высокий показатель энергии импульса приводит в свою очередь к возникновению ретропульсии.

Необходимо индивидуально, исходя из интраоперационной картины подбирать оптимальный режим для выполнения литотрипсии.

Камни небольших размеров предпочтительней дезинтегрировать с использованием режимов с небольшой энергией импульса (Дж), с целью предотвратить миграцию конкремента.

При низком качестве эндоскопической визуализации режимы с высокой частотой повторения импульса (Гц) могут снижать качество видимости, за счет образования пузырьков воздуха и мелкой «пыли», в таком случае рекомендуется постепенно снижать частоту импульса (Гц) до момента удовлетворительного качества эндоскопической визуализации для продолжения оперативного вмешательства.

При камнях больших размеров возможно использование любых вариантов режимов «распыления». Рекомендуется использование режимов с более высокой энергией импульса (Дж), так как риск миграции фрагментов камня минимален, далее необходимо перейти на использование режимов с меньшей энергией импульса (Дж), с целью предотвращения миграции фрагментов. Однако не рекомендуется повышение энергии импульса более 0,8 Дж. В нашей практике режимы «фрагментации» (энергия импульса более 0,8 Дж) использовались в единичных случаях, режимы «распыления» эффективно разрушают камень с наименьшим риском миграции фрагментов, чем при использовании режимов «фрагментации».

Режимы с высокой частотой импульсов лазерного излучения (Гц) приводят к ухудшению эндоскопической визуализации из-за образования воздушных пузырьков и «пыли» от камня, в связи с чем используются при хорошем потоке ирригационной жидкости и при удовлетворительном качестве видимости операционного поля.

Далее рассмотрим особенности представленных ниже режимов:

- №1- 0,5 Дж, 30 Гц, 15 Вт
- №2- 0,15 Дж, 100 Гц, 15 Вт
- №3- 0,5 Дж, 12 Гц, 6 Вт
- №4- 0,8 Дж, 12,5 Гц, 10 Вт
- №5- 0,15 Дж, 200 Гц, 30 Вт
- №6- 0,2 Дж, 60 Гц, 12 Вт
- №7- 0,8 Дж, 10 Гц, 8 Вт
- №8- 0,8 Дж, 18,75 Гц, 15 Вт
- №9- 0,8 Дж, 31,25 Гц, 25 Вт

Режим № 1 «0,5 Дж, 30 Гц, 15 Вт» применялся наиболее часто при выполнении КУЛТ. Энергия импульса 0,5 Дж является оптимальной для разрушения камня без риска образования крупных фрагментов и возникновения ретропульсии с возможной миграцией камня или его частей в почку. По результатам исследования данный режим отвечал всем поставленным задачам для выполнения лазерной контактной уретеролитотрипсии. Учитывая, что высокая частота импульса лазерного излучения (Гц) приводит к ухудшению эндоскопической визуализации, частота импульса в 30 Гц позволяет сохранить хорошее качество видимости.

Режим № 2 «0,15 Дж, 100 Гц, 15 Вт» является высокочастотным режимом (высокая частота импульса лазерного излучения (Гц)), позволяет дезинтегрировать камень в «пыль», влияние на возникновение ретропульсии не выражено. Однако необходимо учитывать возможное ухудшение эндоскопической визуализации и оценивать возможность применения

данного режима интраоперационно, переходя при необходимости на режимы с меньшей частотой импульса лазерного излучения.

Режим № 3 «0,5 Дж, 12 Гц, 6 Вт», режим № 4 «0,8 Дж, 12,5 Гц, 10 Вт», обладают низкой частотой импульса лазерного излучения. Оптимальная величина энергии импульса 0,5 Дж и 0,8 Дж, скорость импульса всего 12 Гц позволяют выполнять лазерную уретеролитотрипсию в условиях минимальной эндоскопической видимости, образование пузырьков воздуха и «пыли» от камня во время выполнения оперативного вмешательства минимально. Энергия импульса 0,5 Дж и 0,8 Дж позволяет избегать рисков миграции фрагментов. Также риски повреждения слизистой мочеточника в условиях низкого качества эндоскопической визуализации невелики при случайном попадании лазерного импульса, за счет невысокой энергии импульса (Дж).

Режим №5 «0,15 Дж, 200 Гц, 30 Вт» как и режим № 2 «0,15 Дж, 100 Гц, 15 Вт» являются режимами с высокой частотой энергии импульса. Причина, по которой режим №5 «0,15 Дж, 200 Гц, 30 Вт» в несколько раз реже используется чем режим №2 «0,15 Дж, 100 Гц, 15 Вт» в частоте повторения импульса лазерного излучения, которая в два раза больше. Частота повторений импульса 200 Гц является максимальной при выполнении любого вида лазерной контактной литотрипсии (РИРХ, МПНЛ, КУЛТ, цистолитотрипсия), в нашей клинической практике имелся опыт применения режимов с более высокой частотой повторения импульсов (Гц), однако мы пришли к выводу, что в этом нет необходимости. Как говорилось ранее высокая частота энергии импульса (Гц) приводит к значительному ухудшению качества эндоскопической визуализации при выполнении контактной лазерной литотрипсии и подходит больше для работы в почке, при выполнении РИРХ и МПНЛ, где операционное пространство больше чем в мочеточнике. Однако, как мы видим, в определенных случаях данный режим применялся, в основном при изначально хорошей эндоскопической видимости и потоке ирригационной жидкости.

Режимы №4 «0,8 Дж, 12,5 Гц, 10 Вт» и №7 «0,8 Дж, 10 Гц, 8 Вт» практически идентичны по частоте импульса (Гц) с режимом № 3 «0,5 Дж, 12 Гц, 6 Вт», однако обладают более высоким показателем энергии импульса (Дж). Необходимо отметить, что при выполнении контактной литотрипсии в мочеточнике с использованием данного режима несколько повышается риск миграции фрагментов, однако не настолько критично как при использовании режимов «фрагментации» (энергия импульса Дж >0,8 Дж). Использование режимов «фрагментации» возможно при крупных камнях (>8мм.), полностью закрывающих просвет мочеточника на начальных этапах выполнения литотрипсии, однако не рекомендуется.

Стоит обратить внимание, что хоть и режим №5 «0,15 Дж, 200 Гц, 30 Вт» превосходит по частоте использования режим №4 «0,8 Дж, 12,5 Гц, 10 Вт», в совокупности сочетание энергии импульса 0,8 Дж с различными показателями мощности (Вт) от 6 до 25 Вт превосходит более чем в 3 раза режим №5, и сравним по частоте использования с режимом № 2 «0,15 Дж, 100 Гц, 15

Вт», что говорит о превосходстве режимов с сочетанием параметров 0,8 Дж и 6-25 Вт над режимом №5 «0,15 Дж, 200 Гц, 30 Вт».

Использование режима №5 «0,15 Дж, 200 Гц, 30 Вт» при выполнении лазерной КУЛТ показано себя не с лучшей стороны и оставалось на усмотрение оперирующего хирурга, в отличии от представленных ниже вариантов режимов с параметрами 0,8 Дж/ 6-30 Вт.

Наиболее востребованные варианты параметров 0,8 Дж и 6-25 Вт:

№7- 0,8 Дж, 10 Гц, 8 Вт

№8- 0,8 Дж, 18,75 Гц, 15 Вт

№9- 0,8 Дж, 31,25 Гц, 25 Вт

Ниже представлен алгоритм использования режимов при выполнении лазерной контактной уретеролитотрипсии в нашей клинической практике:

№1- 0,5 Дж, 30 Гц, 15 Вт

№2- 0,15 Дж, 100 Гц, 15 Вт

№3- 0,5 Дж, 12 Гц, 6 Вт

№4- 0,8 Дж, 12,5 Гц, 10 Вт

В первую очередь проводится попытка использования режима №2- «0,15 Дж, 100 Гц, 15 Вт», если эндоскопическая визуализация хорошего качества и ирригационная жидкость эффективно удаляет образовавшиеся пузырьки воздуха и «пыль» от камня, то мы продолжаем использования данного режима.

Если качество видимости снижается и продолжать выполнение литотрипсии трудно выполнимо, мы переходим на использование режима №1 «0,5 Дж, 30 Гц, 15 Вт» скорость энергии импульса (Гц) более чем в 3 раза меньше позволяет работать при эндоскопической картине низкого качества.

В случае, если качество видимости крайне низкое необходимо перейти на режим №3 «0,5 Дж, 12 Гц, 6 Вт» или режим №5 «0,8 Дж, 12,5 Гц, 10 Вт», значительное снижение скорости импульса (Гц) позволяет выполнять литотрипсию даже в крайне низкой видимости операционного поля.

Особенности режимов, наиболее часто используемых при лазерной контактной цистолитотрипсии:

№1 «2 Дж, 15 Гц, 30 Вт»

№2 «4 Дж, 10 Гц, 40 Вт»

№3 «6 Дж, 6,7 Гц, 40 Вт»

Из всех локализаций камней, мочевого пузыря обладает наибольшим размером, что позволяет использовать режимы с высокой и максимальной энергией импульса (Дж), с минимальным риском травмы слизистой мочевого пузыря. Выраженное возникновение ретропульсии за счет большой энергии импульса (Дж) не является проблемой, т.к. нет необходимости избегать миграции фрагментов камня, как при выполнении литотрипсии в почке или мочеточнике.

На начальных этапах операции, при крупных камнях литотрипсия начинается с наиболее мощных режимов: режим №2 «4 Дж, 10 Гц, 40 Вт» и режим №3 «6 Дж, 6,7 Гц, 40 Вт»

После разрушения камня на фрагменты, переход на режим №1 «2 Дж, 15 Гц, 30 Вт» позволяет избежать рисков травмы слизистой оболочки мочевого пузыря, так как фрагменты меньше размером изначально целого камня и при их дезинтеграции расстояние между лазерным волокном и слизистой оболочкой уменьшается. Снижение энергии импульса (Дж) компенсируется более высокой частотой повторения импульса (Гц), что позволяет эффективно и быстро выполнить литотрипсию оставшихся фрагментов камня.

При рассмотрении режимов используемых при РИРХ, МПНЛ, КУЛТ мы отмечали, что на качество эндоскопической визуализации зависит от частоты повторения лазерного импульса (Гц), однако при использовании большой энергии импульса (4-6 Дж) видимость ухудшается вне зависимости от частоты повторения лазерного импульса (Гц), это связано с тем, что камень быстро фрагментируется на множество не только крупных фрагментов, но мелких частиц камня и, как следствие, снижается качество видимости. Однако эндоскопическая видимость быстро возвращается к хорошему качеству, благодаря объему мочевого пузыря и подаче ирригационной жидкости.

За весь период исследования при выполнении всех вышеуказанных видов оперативных вмешательств, не было зафиксировано ни одного интраоперационного повреждения слизистой оболочки почки, мочеточника и мочевого пузыря, повлекшего за собой осложнения. Возникновение геморрагии при выполнении литотрипсии в почке было обусловлено не воздействием лазерного излучения, а повышением внутрилоханочного давления и разрывом форникальных вен. Геморрагия в данном случае носила незначительный характер и купировалась самостоятельно.

В нашей работе изначально были поставлены задачи по оценке влияния плотности камня (НУ) и его химического состава на скорость литотрипсии (laser on time) и выбор определенного режима.

Для статистического анализа, планировалось из всех выполненных гибких ретроградных нефролитотрипсий взять следующие данные: наиболее часто использованный режим, камни одинакового размера и разной плотности, ориентируясь на показатель «laser on time», определить

корреляционную связь скорости дробления камня и его плотности. Однако выборка вышеуказанных данных оказалась недостаточной, для достоверного статистического анализа.

Использование данных РИРХ с использованием тулиевого волоконного лазера, было обусловлено такими особенностями оперативного вмешательства как необходимость разрушения камня на мельчайшие частицы и крайне редкое использование литоэкстракторов для эвакуации фрагментов, что являлось наиболее предпочтительным для достоверного статистического подсчета.

Также хотелось бы отметить, что для более точного статистического анализа необходимо учитывать и химический состав камня, который также может оказывать влияние на скорость литотрипсии (laser on time), таким образом подбор камней должен был осуществляться не только по одинаковому размеру, но и по близкому химическому составу, что дополнительно сократило выборку.

Учитывая вышесказанное, аналогично не представлялось возможным провести достоверный статистический анализ влияния химического состава камня на скорость литотрипсии (laser on time) и выбор определенного режима в связи с недостаточной выборкой данных.

За последние четыре десятилетия было исследовано множество лазеров, как в экспериментальных, так и в клинических работах. Основная задача – оценка их эффективности и безопасности. С наилучшей стороны, себя продемонстрировал давно известный Ho:YAG лазер, изначально применяемый при хирургии ДППЖ. Длительное время литотрипсия Ho:YAG лазером считалась золотым стандартом в лечении МКБ. Использование лазера при высокой энергии импульса приводило к возникновению ретропульсии, что увеличивало время операции, а также возникающий кавитационный эффект ухудшал видимость и даже мог привести к повреждению оптики. В связи с чем, продолжены поиски новых возможностей для увеличения эффективности дробления конкрементов, уменьшения длительности операции и, следовательно, повышения рентабельности применения лазерных технологий.

Появление нового импульсного тулиевого волоконного лазера с длиной волны 1,94 мкм, с максимальной пиковой мощностью 500 Вт повысило интерес у исследователей. Тулиевый волоконный лазер эффективно себя показавшего не только в эксперименте, но и в первых клинических исследованиях.

Наша работа была посвящена клиническому использованию тулиевого волоконного лазера, оценке и подбору оптимальных режимов лазерного излучения для выполнения литотрипсии камней любой локализации и при всех видах эндоскопических вмешательств, таких как гибкая ретроградная нефролитотрипсия, миниперкутанная нефролитотрипсия, контактная уретеролитотрипсия, цистолитотрипсия.

Подобрав оптимальные режимы для каждого из вышеперечисленных видов оперативных вмешательств, мы улучшили качество оказываемой помощи больным мочекаменной болезнью, снизив риски миграции конкрементов, и сохраняя качественную эндоскопическую визуализацию во время выполнения лазерной контактной литотрипсии. Оценили безопасность применения данного лазера путем интраоперационного наблюдения, за все время проведения исследования не было зафиксированного ни одного случая осложнений, связанного с использованием тулиевого волоконного лазера, а также убедились в его эффективности оценив показатель «stone free rate» у пациентов по данным КТ после выполнения тулиевой волоконной литотрипсии.

ВЫВОДЫ

1. Оптимальными режимами лазерного излучения тулиевого волоконного лазера при выполнении гибкой ретроградной нефролитотрипсии является:

Режимы «распыления»:

- «0,15 Дж, 200 Гц, 30 Вт» используется в первую очередь при хорошем качестве эндоскопической визуализации;
- «0,5 Дж, 30 Гц, 15 Вт» применяется вторым после предыдущего режима, в случае снижения эндоскопической видимости, также может применяться в первую очередь по желанию хирурга;
- «0,8 Дж, 31,25 Гц, 25 Вт» и «0,8 Дж, 37,5 Гц, 30 Вт» используются при камнях более 1,5 см. «0,8 Дж, 31,25 Гц, 25 Вт» предпочтительно используется при сниженном качестве интраоперационной эндоскопической визуализации.

2. Оптимальными режимами лазерного излучения тулиевого волоконного лазера, для выполнения миниперкутанной нефролитотрипсии являются:

Режимы «распыления»:

- «0,5 Дж, 30 Гц, 15 Вт» используется для дробления камней или фрагментов до 1 см, с целью избежать ретропульсии;
- «0,8 Дж, 31,25 Гц, 25 Вт» и «0,8 Дж, 37,5 Гц, 30 Вт» используются при камнях любых размеров.

Режимы «фрагментации»:

- «1,5 Дж, 20 Гц, 30 Вт» и «1,5 Дж, 26,6 Гц, 40 Вт»
- «2 Дж, 15 Гц, 30 Вт» и «2 Дж, 20 Гц, 40 Вт»
- «4 Дж, 10 Гц, 40 Вт»

Режимы фрагментации применяются преимущественно при камнях средних и больших размеров, 2 и более сантиметров. Выполнение литотрипсии начинается с «1,5 Дж, 20 Гц, 30 Вт», при необходимости поэтапно меняя вышеуказанные режимы до «4 Дж, 10 Гц, 40 Вт».

3. Оптимальными режимами лазерного излучения тулиевого волоконного лазера, для выполнения контактной уретеролитотрипсии являются:

Режимы «распыления»:

- «0,15 Дж, 100 Гц, 15 Вт» применяется в первую очередь при хорошем качестве эндоскопической визуализации;
- «0,5 Дж, 30 Гц, 15 Вт» используется вторым после предыдущего режима, в случае снижения эндоскопической видимости;
- «0,5 Дж, 12 Гц, 6 Вт» и «0,8 Дж, 12,5 Гц, 10 Вт» применяются как при плохом, так и хорошем качестве видимости операционного поля, также применяются в первую очередь по предпочтению хирурга.

4. Оптимальными режимами лазерного излучения тулиевого волоконного лазера, для выполнения цистолитотрипсии являются:

Режимы «фрагментации»:

- «2 Дж, 15 Гц, 30 Вт» применяется для литотрипсии камней любого размера и для разрушения крупных фрагментов камней;
- «4 Дж, 10 Гц, 40 Вт» используется при камнях любого размера;
- «6 Дж, 6,7 Гц, 40 Вт» применяется при камнях более 3 см.

5. Тулиевый волоконный лазер показал высокую эффективность, по данным оценки «stone free rate»:

РИРХ через 3 месяца - 92%;

МПНЛ на 1 - 2 послеоперационные сутки:

при солитарных камнях почки 2 - 4 см 92%;

при солитарных камнях почки < 2 см 97%;

при множественных камнях почки 86%;

КУЛТ: на 1 послеоперационные сутки 94%;

миграция фрагментов камня в почку 2%.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При выполнении гибкой ретроградной нефролитотрипсии камней нижней полярной чашечки эндоскопическая визуализация как правило снижена, в связи с чем следует использовать низкочастотные режимы лазерного излучения (до 30 Гц) и постепенно понижать частоту лазерного импульса (Гц) до момента, когда видимость станет удовлетворительной. Такой же алгоритм можно использовать и при других локализациях камня, в том случае, если эндоскопическая видимость низкого качества.

2. При выполнении миниперкутанной нефролитотрипсии образовавшиеся фрагменты камня рекомендуется сразу эвакуировать по тубусу, с целью избежать их миграцию. Благодаря эффекту Бернулли эвакуация занимает меньшее количество времени чем использование инструментов для извлечения фрагментов (щипцы, корзинчатые литоэкстракторы)

3. В случае необходимости остановки подачи ирригационной жидкости при возникновении риска миграции камня или его фрагментов во время выполнении контактной уретеролитотрипсии или гибкой ретроградной нефролитотрипсии рекомендуется снижать частоту импульсов лазерного излучения (Гц) до минимальных значений, а также не превышать показатель энергии импульса выше 0,5 Дж, т.к. это может привести к миграции фрагментов даже без потока ирригационной жидкости. Пример оптимального режима «0,5 Дж, 12 Гц, 6 Вт»

4. Рекомендуется использовать пилотный луч при пониженном качестве эндоскопической визуализации, зеленый свет луча создает дополнительное освещение и помогает определить расстояние дистального конца лазерного волокна до камня.

5. При выполнении цистолитотрипсии не рекомендуется использовать высокую энергию импульса (более 2 Дж) близко к слизистой оболочке мочевого пузыря в связи с повышенным риском негативного воздействия лазерного излучения.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Рапопорт Л.М., Винаров А.З., Сорокин Н.И., Дымов А.М., Еникеев Д.В., Цариченко Д.Г., Лекарев В.Ю., **Климов Р.Е.**, Андреева В.А., Коваленко А.А. Экспериментальное обоснование тулиевоу литотрипсии // **Урология**. – 2018. – 5. – С. 74 - 80. (**ВАК, Scopus**)
2. Dmitry Enikeev, Mark Taratkin, **Roman Klimov**, Yuriy Alyaev, Leonid Rapoport, Magomed Gazimiev, Dmitry Korolev, Stanislav Ali, Gagik Akopyan, Dmitry Tsarichenko, Irina Markovina, Eugenio Ventimiglia, Evgenia Goryacheva, Zhamshid Okhunov, Francis A. Jefferson, Petr Glybochko, Olivier Traxer. Thulium-fiber laser for lithotripsy: first clinical experience in percutaneous nephrolithotomy // **World Journal of Urology**. – 2020. – 38. – P. 3069–3074. (**Scopus**)
3. Dmitry Enikeev, Mark Taratkin, **Roman Klimov**, Jasur Inoyatov, Camilla Azilgareeva, Stanislav Ali, Dmitry Korolev, Mariela Corrales, Olivier Traxer, Petr Glybochko. Superpulsed thulium-fiber laser for stone dusting – in search of perfect ablation regimen. A prospective single center study // **Journal of Endourology**. – 2020. – 34(11). – P. 1175-1179. (**Scopus**)
4. 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 тулиевоу волоконного лазера с длиной волны излучения 1,94 мкм при

миниперкутанной литотрипсии // **Вопросы урологии и андрологии.** – 2020. - 8(1). – С. 45–51.

(ВАК)

5. 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. –1. – С. 28-32. **(ВАК, Scopus)**

6. Dmitry Enikeev, Vagarshak Grigoryan, Igor Fokin, Andrey Morozov, Mark Taratkin, Roman Klimov, Vasiliy Kozlov, Svetlana Gabdullina, Petr Glybochko. Endoscopic lithotripsy with a SuperPulsed thulium-fiber lase for ureteral stones: A single-center experience // *International Journal of Urology.* – 2021, 28(3), С. 261 – 265. **(Scopus)**

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВМП – верхние мочевые пути

Вт – Ватт (мощность лазерного излучения)

Гц – Герц (частота повторений импульса лазерного излучения)

Дж – Джоуль (энергия импульса лазерного излучения)

КУЛТ – контактная уретеролитотрипсия

ЛМС – лоханочно – мочеточниковый сегмент

МКБ - мочекаменная болезнь

ММ - миллиметр

МПНЛ - миниперкутанная нефролитотрипсия

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

РИРХ – ретроградная интратренальная хирургия

УЗИ – ультразвуковое исследование

ЧЛС – чашечно – лоханочная система

Шкала NU – Шкала Хаунсфилда

Sh - Шкала Шарьера