

На правах рукописи

ЖУЧКОВА Дарья Вячеславовна

**ЭНДОСКОПИЧЕСКАЯ ЛАЗЕРНАЯ СИАЛОЛИТОТРИПСИЯ
(ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)**

3.1.7. Стоматология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва – 2024

Работа выполнена на кафедре челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии медицинского института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН имени Патриса Лумумбы)»

Научный руководитель:

Сысолятин Святослав Павлович, доктор медицинских наук, профессор

Официальные оппоненты:

Панин Андрей Михайлович, доктор медицинских наук, профессор; заведующий кафедрой пропедевтики хирургической стоматологии Научно-образовательного института стоматологии имени А.И. Евдокимова ФГБОУ ВО «Российский Университет Медицины» министерства здравоохранения Российской Федерации.

Сипкин Александр Михайлович, доктор медицинских наук, профессор; руководитель отделения челюстно-лицевой хирургии; заведующий кафедрой челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии государственного бюджетного учреждения здравоохранения Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского».

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение Национальный медицинский исследовательский центр «Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится «30» октября 2024 г. в 10:00 на заседании постоянно действующего диссертационного совета ПДС 0300.028 при ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» по адресу: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6.

С диссертацией можно ознакомиться в читальном зале УНИБЦ (Научная библиотека) ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6) и на сайте <https://www.rudn.ru/science/dissovet/dissertacionnye-sovety/pds-0300028>

Автореферат разослан «27» сентября 2024 года

Ученый секретарь

ПДС 0300.028

кандидат медицинских наук, доцент

Макеева Мария Константиновна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность и степень разработанности темы

Развитие и внедрение сиалозендоскопии изменило тактику лечения пациентов со слюнокаменной болезнью существенно потеснив инцизионные методы [Galdermans M., 2020; Kałużny J., 2020]. Большинство хирургов сходятся во мнении, что сиалозендоскопия высокоэффективна для извлечения сиалолитов размером до 3мм, менее эффективна при размере 3-5мм, и неэффективная при больших размерах сиалолитов [Marchal F., 2003; Phillips J., 2014; Банникова К.А., 2020]. Эндоскопическое удаление более крупных конкрементов требует их фрагментации.

Решение этой проблемы в первую очередь связано с технологиями ударно-волновой литотрипсии. В настоящее время в литературе описаны различные методы литотрипсии с применением экстракорпоральных и интракорпоральных устройств [Saraccio P., 2017]. Наибольший опыт накоплен по экстракорпоральным методам, которые доказали свою эффективность как способ деструкции сиалолитов, но, вместе с тем, опасны для окружающих тканей (зубов, ушей, костных структур) [Saraccio P., 2017]. В последние годы внимание исследователей переместилось на интракорпоральные, контактные методы дробления [Blackmon R., 2011]. Существующие механические литотриптеры в полной мере не отвечают требованиям эффективного и безопасного сиалолитотриптера. В современной литературе авторы описывают результаты применения гольмиевого лазера для дробления камней, однако ученые отмечают возникновение такого нежелательного эффекта, как ретропульсия. В последние годы, в качестве оптимального источника дробления камней в урологии, зарекомендовал себя тулиевый волоконный лазер FiberLase U2. Потенциально, этот тип лазера может быть использован и для сиалолитотрипсии, но существующие рекомендации по выбору режима и особенностях проведения уролитотрипсии невозможно переложить на процесс дробления сиалолитов, а исследований по этому вопросу прежде не предпринималось. Перечисленные выше факторы и послужили основанием для нашего исследования возможностей использования тулиевого лазера в целях фрагментации сиалолитов [Fried N., 2017].

Цель исследования

Повышение эффективности лечения сиалолитиаза путем применения методов эндоскопической внутрипротоковой литотрипсии тулиевым лазером и механической литотрипсии.

Задачи исследования

1. Изучить процесс дробления сиалолитов тулиевым лазером в эксперименте *in vitro*.
2. Изучить процесс дробления сиалолитов механическим способом в эксперименте *in vitro*.
3. Определить оптимальный режим дробления сиалолитов тулиевым лазером в эксперименте *in vitro*.

4. Изучить процесс дробления сиалолитов тулиевым лазером в клинических условиях согласно разработанным режимам.

5. Изучить процесс дробления сиалолитов механическим способом в клинических условиях.

6. Провести анализ эффективности результатов эндоскопической экстракции сиалолитов при использовании методики дробления тулиевым лазером в сравнении с результатами сиалоэндоскопической экстракции сиалолитов при использовании методики механического дробления.

Научная новизна

1. Впервые разработаны экспериментальные модели для оценки эффектов дробления сиалолитов: ретропульсии, изменении температуры при ирригации, времени для фрагментации до частиц размером 1 мм и менее.

2. Впервые проведено исследование дробления сиалолитов тулиевым лазером в эксперименте и произведена оценка эффективности метода, она составила 100%.

3. Впервые проведено клиническое исследование дробления сиалолитов тулиевым лазером и произведена оценка эффективности, она составила 100%.

Теоретическая и практическая значимость работы

Данные, полученные в результате исследования, позволили сформулировать показания и противопоказания к использованию сиалоэндоскопии с применением контактной лазерной литотрипсии аппаратом FiberLase U2 (производство России) для лечения пациентов с сиалолитиазом. Также, проведено исследование механической сиалолитотрипсии с помощью ручного бура и сиалоэндоскопических щипцов. Результаты исследования помогают хирургу оптимизировать алгоритм действий и сократить время оперативного вмешательства.

Методология и методы исследования

Исследование выполнено в соответствии с принципами и правилами доказательной медицины. Исследование состоит из двух этапов: экспериментального и клинического. Экспериментальная часть основывается на 12 наблюдениях воздействия тулиевого лазера в каждом его режиме на сиалолиты, ранее удаленные у пациентов (в каждом режиме исследованы 2 сиалолита), а также на 12 наблюдениях механической сиалолитотрипсии ручными инструментами. В клиническую часть исследования включены 40 наблюдений пациентов, проходивших лечение по поводу сиалолитиаза (К. 11.5 по МКБ-10) в период с 2019 по 2023 год на клинических базах кафедры ЧЛХ и ХС РУДН в клинике «Ортоспайн» и в Центре Эндоскопической Стоматологии и Челюстно-лицевой хирургии «Эндостом». Пациенты в возрасте от 18 до 65 лет, без тяжелой соматической патологии, из них 17 (42,5%) женщин и 23 (57,5%) мужчин. Всем пациентам, включенным в клиническое исследование, проводилось комплексное обследование, включаю-

щие основные и дополнительные методы исследования (КЛКТ и диагностическая сиалоскопия), после чего следовало хирургическое лечение в объеме сиалозендоскопической литотрипсии и удаления фрагментов.

Научные положения, выносимые на защиту

1. Внутрипротоковая сиалолитотрипсия тулиевым лазером является эффективным методом дробления сиалолитов.
2. Внутрипротоковая сиалолитотрипсия ручными инструментами - неэффективный метод дробления сиалолитов.

Степень достоверности

Достоверность результатов диссертационного исследования подтверждается достаточным количеством наблюдений, современными методами исследования, которые соответствуют цели и поставленным задачам. Сформулированные в тексте диссертации научные положения, выводы, и практические рекомендации основаны на фактических данных, продемонстрированных в приведённых таблицах и рисунках.

Апробация результатов

Основные положения диссертации были доложены, обсуждены и одобрены на заседании кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии ФГАОУ ВО РУДН имени Патриса Лумумбы (протокол № 0300-34-БУП-31 от 05 апреля 2024 года).

Материалы работы доложены на II Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых с международным участием «Современные достижения хирургической стоматологии», 2021г., Москва; LXXXII Научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы экспериментальной и клинической медицины–2021», 2021г., Санкт-Петербург; VI международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Ильинские чтения», 2023г., Москва; Всероссийской научно - практической конференции «Актуальные вопросы челюстно-лицевой хирургии и стоматологии», 2022г., Санкт-Петербург; Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы челюстно-лицевой хирургии и стоматологии», 2023г., Санкт-Петербург.

Внедрение результатов

Результаты исследований внедрены в лечебную деятельность отделение клинической базы кафедры ЧЛХ и ХС ООО клиники «Ортоспайн». Результаты исследований включены в материалы лекций, практических и семинарских занятиях студентов 3, 4, 5 курсов, ординаторов, обучающихся на кафедре ЧЛХ и ХС РУДН.

Личный вклад автора

Автор провел анализ зарубежных и отечественных литературных источников по теме диссертационного исследования. Автором разработан дизайн исследования и самостоятельно

проведена экспериментальная его часть. Автор принимал участие во всех оперативных вмешательствах в качестве ассистента. Автором самостоятельно проведено предоперационное и послеоперационное наблюдение пациентов, находившихся в рамках данного исследования. Автором проведен анализ результатов всех основных и дополнительных методов исследований сиалолитиаза, а также результатов оперативного лечения пациентов с сиалолитиазом по разработанному в рамках данного диссертационного исследования алгоритму, на основании которого сделаны обоснованные и достоверные выводы. Автором были разработаны практические рекомендации.

Публикации

По теме исследования опубликовано 4 печатных работы, 1 из которых в журнале, рекомендуемом ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, 3 - в журналах, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования (Scopus, Web of Science).

Структура и объём диссертации

Диссертационная работа включает 4 главы: «Обзор литературы», «Материалы и методы», «Полученные результаты», «Обсуждение полученных результатов», выводы, практические рекомендации, библиографический список. Материал изложен на 100 страницах машинописного текста, иллюстрирован 6 таблицами и 35 рисунками. Список литературы включает 133 источника (38 отечественных и 95 зарубежных).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал и методы исследования

Экспериментальная часть

Исследование было проведено на клинической базе кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии РУДН ООО Клиника «Ортоспайн».

Для экспериментального этапа было отобрано 24 сиалолита. Все конкременты произвольно разделены на 2 группы: основную и контрольную, по 12 сиалолитов в каждой.

Критерии отбора: форма округлая или близкая к ней; размер в пределах 5-6мм.

Для дробления сиалолитов основной группы мы использовали наносекундный лазер на Tm – активированном волокне диаметром 400 мкм с длиной волны 1.94 мкм FiberLase U2 (производство Россия) (Рисунок 1). Аппарат обладает импульсно-периодическим принципом работы и может быть использован для литотрипсии в трех режимах: «fragmentation» - «фрагментация», «dusting» - «распыление» и «popcorning» - «попкорнинг».

Минимальные и максимальные значения энергии и частоты импульса режимов приведены в таблице 1.



Рисунок 1 - Тулиевый волоконный лазер «FiberLase U2»

Таблица 1 - Минимальные и максимальные значения энергии и частоты импульса тулиевого лазера

Название режима	Минимальные значения энергии и частоты импульса	Максимальные значения энергии и частоты импульса
Попкорнинг (Popcorning)	0,025 Дж 240 Гц	0,2 Дж 175 Гц
Распыление (Dusting)	0,1 Дж 60 Гц	0,8 Дж 43,8 Гц
Фрагментация (Fragmentation)	1 Дж 6 Гц	4,5 Дж 7,8 Гц

Для исследования эффектов дробления сиалолитов основной группы *in vitro* были разработаны две экспериментальные модели (Рисунок 2) (Рисунок 3).

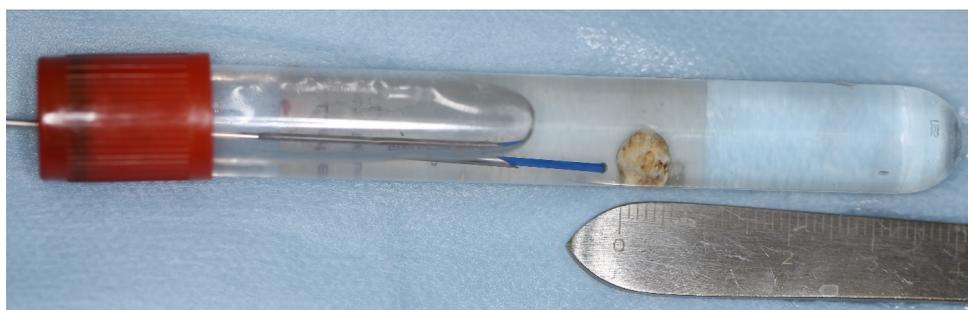


Рисунок 2 - Экспериментальная модель для исследования эффекта ретропульсии при дроблении сиалолита №1

Для изучения возможности сиалолитотрипсии с помощью механического инструмента в условиях *in vitro* нами была разработана третья экспериментальная модель (Рисунок 4).

Конкременты контрольной группы были подвержены механической литотрипсии с помощью ручных инструментов: сиалэндоскопических щипцов диаметром 0.8мм и ручного бура диаметром 0,38мм фирмы Karl Storz (Германия).

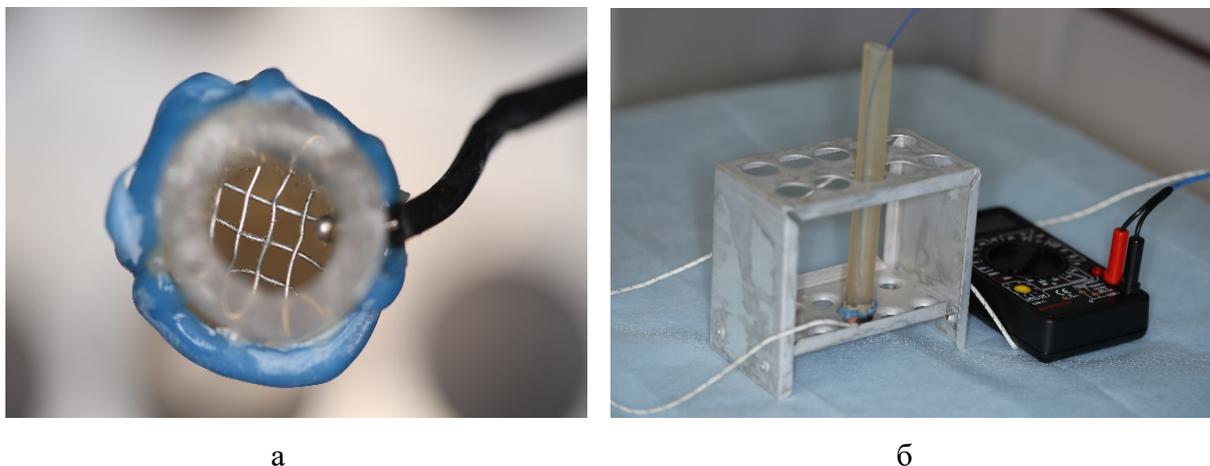


Рисунок 3 - Экспериментальная модель № 2: а-общий вид модели, б-фото сито с датчиком термодпары

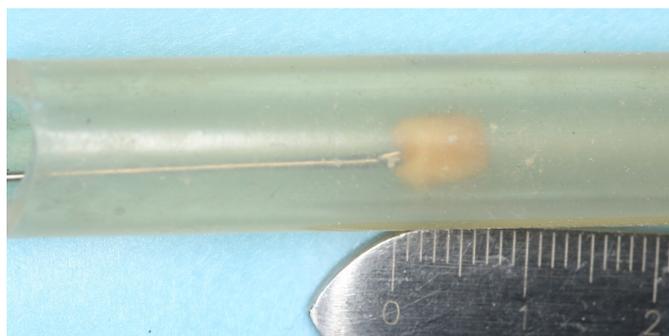


Рисунок 4 - Экспериментальная модель № 3

Первым этапом были исследованы возможность и эффекты дробления тулиевым волоконным лазером FiberLase U2 сиалолитов основной группы. С помощью первой экспериментальной модели была проведена оценка эффекта ретропульсии в ответ на лазерный удар. Далее, с помощью второй экспериментальной модели, мы оценивали время, которое потребуется для дробления конкремента на фрагменты размером менее 1 мм, а также изменение температуры ирригационного раствора во время дробления. Через проксимальный конец второй экспериментальной модели мы подводили волокно лазера к поверхности камня, расположенного на поверхности сита. Измерение температуры проводилось непрерывно, при этом мы фиксировали самые высокие числовые значения во время дробления во всех трех режимах.

Второй этап экспериментального исследования заключался в оценке эффектов дробления 12-ти сиалолитов контрольной группы механическим способом с помощью ручных сиало-

эндоскопических инструментов. В экспериментальную модель №3 был помещен сиалолит, к поверхности которого подводился ручной бур и эндоскопические щипцы поочередно.

Клиническая часть

В исследование включено 40 клинических наблюдений пациентов (женщин 17 (42,5%) и мужчин 23 (57,5%)), с диагнозом сиалолитиаз (код по МКБ-10 – K11.5) проходивших лечение в период с 2019 по 2023г. на клинических базах кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии РУДН.

У 36 (90%) пациентов процесс локализовался в подчелюстной слюнной железе. Из них у 24 (66%) пациентов в правой, у 12(34%) в левой. У 4 (10%) пациентов патологический процесс наблюдался в околоушной слюнной железе. Из них у 3(75%) в правой, у 1 (25%) пациента в левой.

В предоперационном периоде всем пациентам было проведено комплексное обследование, включающее основные и дополнительные методы диагностики. Основные методы включали в себя: сбор жалоб и анамнеза, в том числе наличие сопутствующей общесоматической патологии, наблюдение у смежных специалистов. При осмотре, мы отмечали изменение слюнной железы в размере, при пальпации - болезненность, консистенцию и плотность железы. В полости рта, мы оценивали состояние устья выводного протока, отмечали количество, прозрачность, наличие включений в выделяемой слюне при массаже железы. В обязательном порядке мы проводили зондирование устья и начального отдела протока помощью сиалозэндоскопических бужей-дилататоров размерами №1-5 и сиалозэндоскопического проводника.

Дополнительная диагностика включала в себя проведение всем пациентам конусно-лучевой компьютерной томографии, на цифровом рентгенологическом аппарате с функцией компьютерного томографа (KaVo, OP300 MAXIO). Размер вокселя изображения 100 мкм. В зону сканирования входила верхняя, средняя и нижняя трети лица, а также верхняя треть шеи. На компьютерной томограмме мы оценивали: наличие конкремента, его размер и примерное расположение.

Методики операций в основной и контрольной групп вплоть до этапа дробления были идентичны. Мы проводили подготовку устья основного протока путем бужирования с помощью сиалозэндоскопических дилататоров диаметром 0,5 - 0,8мм до 1,0 - 1,1мм, а затем установки полых стентов размерами 0.9мм, 1.1мм, 1.3мм, 1.8мм поочередно.

Оперативные вмешательства у пациентов основной и контрольной групп проводились в условиях внутривенной седации в сочетании с локальной инфильтрационной анестезией. После наступления эффекта обезболивания удалялся стент, в проток вводился проводник для сиалоскопа. Затем, по проводнику в проток вводился сиалоскоп системы «Всё в одном» диаметром 1.6мм и рабочим каналом диаметром 0,85мм (Рисунок 5). Сиалозэндоскопия проводилась в

условиях непрерывной ирригации физиологическим раствором хлорида натрия 0,9%. Сиалоскоп проводился вглубь по протоку до обнаружения сиалолита, попутно оценивалось состояние протока, наличие отделяемого, прозрачность слюны. После обнаружения сиалолита, дальнейшие хирургические действия у пациентов основной и контрольной групп различались.

Пациентам основной группы осуществлялась сиалолитотрипсия с помощью лазера на Tm – активированном волокне диаметром 400 мкм с длиной волны 1.94 мкм FiberLase U2 в режиме «Попкорнинг» при 0,025 Дж, 240 Гц (минимальные значения). Лазерное волокно проводилось через рабочий канал сиалоскопа и устанавливалось строго на поверхности конкремента (Рисунок 5). Импульс подавался путем нажатия на педаль. По мере разрушения камня, откалывающиеся мельчайшие частицы вымывались из протока с помощью непрерывной ирригации. Крупные фрагменты размером 1-3 мм были захвачены и удалены посредством сиалоэндоскопических корзинчатых экстракторов диаметром 0,78мм на 3, 4, 6 звеньев.

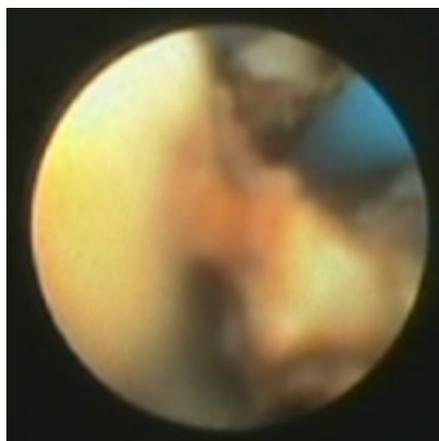


Рисунок 5 – Эндоскопическое фото: расположение лазерного волокна на поверхности сиалолита

Пациентам контрольной группы сиалолитотрипсия осуществлялась с помощью ручных инструментов. Сиалоэндоскопический бур и щипцы также подводились к конкременту через рабочий канал сиалоскопа.

Операции в обеих группах заканчивались тщательным промыванием протока для удаления мелких фрагментов и введением полого стента в проток железы через естественное устье. Стент фиксировался с помощью швов от 3 до 7 дней.

Протокол послеоперационного ведения пациентов включал назначение противовоспалительных препаратов (Ibuprofenum 200 mg 1 таблетка 3 раза в сутки), антибактериальных препаратов при проведении лазерной сиалолитотрипсии (Amoxicillinum 875mg + Acidum Clavulanicum 125mg - 1 таблетка 2 раза в сутки 5 дней), ротовые ванночки с растворами антисептиков (Sol. Chlorhexidini 0,05% 3 раза в день на 7 суток). Пациентам была рекомендована щадящая диета, исключение острых и кислых продуктов на 7-14 дней.

Оценка результатов клинического исследования проводилась в несколько этапов. Интраоперационно мы оценивали эндоскопическую картину, длительность вмешательства, а по завершении всем пациентам проводилась контрольная компьютерная томография. На компьютерной томограмме мы отмечали наличие или отсутствие оставшихся фрагментов сиалолита, их количество, размер и расположение в проекции железы.

На 7-й день после операции пациент приглашался для клинического осмотра, а также удаления стента. При внешнем осмотре регистрировались изменения слюнной железы в объеме. С помощью бимануальной пальпации определялась плотность железы, наличие болезненности. При массаже проводилась оценка объема выделяемой слюны, ее цвета, консистенции, наличие включений. В случае наличия жалоб пациент приглашался на повторный осмотр через 7 дней. При их отсутствии следующий визит назначался через 3 месяца.

Через 3 месяца всем пациентам были проведены контрольные диагностические манипуляции: компьютерная томография, сиалография и диагностическая сиалоскопия оперируемой слюнной железы. Сбор жалоб и анамнеза проводился с помощью специальной анкеты, которая включала в себя вопросы о самочувствии.

На компьютерной томограмме, в случае недоудаленных фрагментов, мы фиксировали изменение их размера за этот период, либо образование новых конкрементов и их расположение.

Результаты экспериментального исследования

На первом этапе эксперимента в основной группе нам удалось раздробить все 12 сиалолитов (100%) до необходимого размера в трех режимах лазера при минимальной и максимальной энергии и частоты импульса. Мы наблюдали отбрасывание сиалолита от волокна в ответ на каждый лазерный импульс (в 100% случаях), независимо от выбранного режима и установленных в нем параметров. Однако, числовые значения эффекта ретропульсии отличались. Полученные данные отображены в таблице 2.

В режиме «Попкорнинг» при 0,025 Дж, 240 Гц и в режиме «Распыление» при 0,1 Дж, 60 Гц (минимальные параметры из возможных) расстояние удаления конкремента составило 2мм для двух камней и 3мм для двух камней. Процесс дробления сопровождался кавитацией и отделением мелких фрагментов разного размера после каждого удара, что приводило к снижению прозрачности раствора и нарушению видимости. В режиме «Фрагментация» при минимальных значениях энергии и частоты импульса удаление сиалолита достигало 9мм, а сопутствующие явления были более выраженные. Мы наблюдали образование крупных пузырьков воздуха и откалывание фрагментов разного размера, от мелкой «пыли» до фрагментов размером 1-2мм. Эпизодически лазерный удар сопровождался искрой с потерей видимости. На поверхности конкремента образовывались кратеры с участками обугливания черного цвета.

Таблица 2 - Значения эффекта ретропульсии при фрагментации сиалолита тулиевым лазером

Название Режима	№ сиалолита для каждого режима	Значения энергии (Дж) и частоты (Гц) импульса		Значение ретропульсии (мм)
		Min	Max	
Попкорнинг (Popcorning)	1	Min	0,025 Дж, 240 Гц	2 мм
	2			3 мм
	3	Max	0,2 Дж, 175 Гц	8 мм
	4			9 мм
Распыление (Dusting)	5	Min	0,1 Дж, 60 Гц	2 мм
	6			3 мм
	7	Max	0,8 Дж, 43,8 Гц	7 мм
	8			8 мм
Фрагментация (Fragmentation)	9	Min	1 Дж, 6 Гц	8 мм
	10			9 мм
	11	Max	4,5 Дж, 7,8 Гц	10 мм
	12			8 мм

Далее, мы исследовали дробление основной группы сиалолитов во всех режимах лазера при максимальной энергии и частоте импульса. Расстояние отскока конкремента от торца волокна вследствие эффекта ретропульсии в режиме «Попкорнинг» составило 8 и 9 мм для двух сиалолитов, в режиме «Распыление» - 7 и 8 мм, в режиме «Фрагментация» – 8 и 10 мм, при этом сопутствующие эффекты, описанные ранее, отличались высокой степенью выраженности (Рисунок 6). В результате подачи импульса от камня откалывались фрагменты неправильной формы, в виде «пыли» и фрагментов размером ≥ 1 мм. Взвесь мелких частиц конкремента создавала эффект «бури» и вместе с образующимися пузырьками воздуха значительно нарушала видимость при фрагментации.

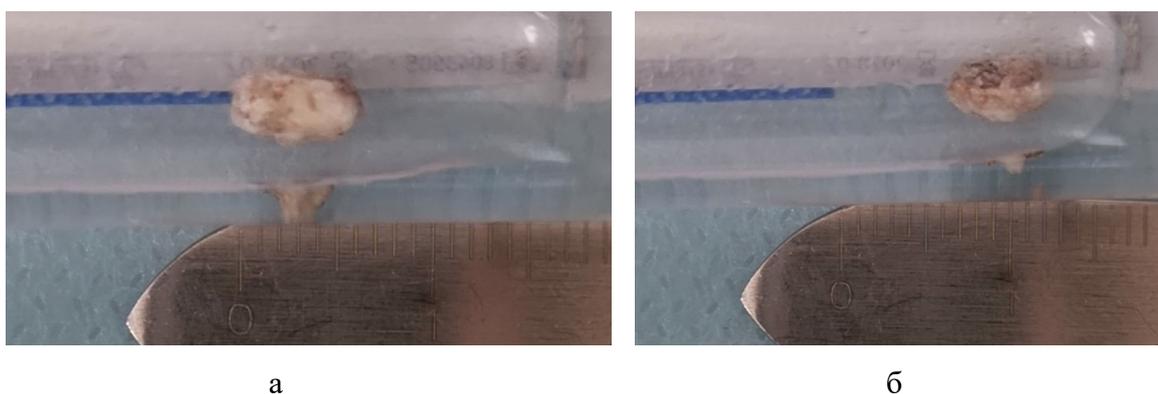


Рисунок 6 - Результат отбрасывания сиалолита при подаче лазерного импульса в режиме «Попкорнинг» при максимально заданных параметрах: а — положение до лазерного удара, б — сразу после лазерного удара

Следующим этапом для основной группы, мы проводили исследование изменения температуры физиологического раствора, в который был помещен сиалолит, и времени, необходимого для его дробления на фрагменты размером 1мм. Числовые значения полученных результатов отображены в таблице №3.

Нам удалось раздробить все 12 сиалолитов до фрагментов необходимого размера во всех трех режимах. В режиме «Попкорнинг» при минимальных значениях параметров импульса процесс дробления занял 55 и 57 минут, при этом максимальный подъем температуры ирригационного раствора отмечен на 34°C.

Работа в режиме «Распыление» при минимальных значениях импульса протекала быстрее и заняла 33 и 35 минут, при этом самая высокая температурная отметка была 36°C.

Режим «Фрагментация» позволил раздробить сиалолит за 22 и за 24 минуты, максимальная температура составила 40°C.

Работая во всех трех режимах при максимальных значениях энергии и частоты импульса процесс дробления протекал значительно быстрее, от 6 до 18 минут в зависимости от выбранного режима, при этом температура раствора поднималась до значений 44-48°C.

Таблица 3 - Числовые значения изменения температуры и времени дробления одного сиалолита

Название режима	№ сиалолита для каждого режима	Значения энергии (Дж) и частоты (Гц) импульса		Время дробления камня, мин	Начальная температура раствора, °С	Максимальная температура раствора, °С
Попкорнинг (Popcorning)	1	Min	0,025 Дж, 240 Гц	57	20	34
	2			55	20	33
	3	Max	0,2 Дж, 175 Гц	18	20	46
	4			16	20	44
Распыление (Dusting)	5	Min	0,1 Дж, 60 Гц	35	20	36
	6			33	20	35
	7	Max	0,8 Дж, 43,8 Гц	16	20	48
	8			15	20	45
(Фрагментация) Fragmentation	9	Min	1 Дж, 6 Гц	24	20	40
	10			22	20	39
	11	Max	4,5 Дж, 7,8 Гц	7	20	47
	12			6	20	45

Согласно результатам двух этапов эксперимента оптимальным режимом лазера FiberLase U2 для последующего клинического исследования дробления выступил режим «Попкорнинг» при минимальных значениях энергии и частоты импульса (0,025 Дж, 240 Гц).

Результаты дробления сиалолитов *in vitro* в контрольной группе показали, что в 9 случаях из 12 (75%) сиалолиты не поддались дроблению ручными инструментами вовсе. Мы смогли фрагментировать только 3 сиалолита (25%). При этом, получить фрагменты размером 1 мм и

менее не удалось ни в одной из трех попыток (0%). Процесс дробления протекал в течение 40 минут. По истечению этого времени мы прекращали фрагментацию, так как считали продолжение бессмысленным.

В трех случаях мы получили единичные фрагменты размеров 1мм и менее, полученные с помощью сиалозндоскопических щипцов. Дробление ручным буром провести не удалось, так как инструмент соскальзывал с поверхности камня.

Результаты клинического исследования

Как в основной, так и в контрольной группе обезболивание в объеме седации и местной анестезии было адекватным. Этапы бужирования протока, введения сиалоскопа, поиска сиалолита проходили без затруднений, пациенты не испытывали боли, пребывали в спокойном состоянии и не совершали резких движений.

Лазерное дробление сиалолитов проводилось нами в режиме «Попкорнинг» (0,025 Дж, 240 Гц). Выбор данного режима для клинического исследования был продиктован результатами экспериментальной части. Следует заметить, что при визуализации камня мы сталкивались с двумя возможными картинками, когда камень находился прямо по ходу протока (инструмента) и когда камень располагался в стороне. Вторая ситуация объяснялась деформацией протока, когда имело его расширение и был виден лишь край камня (Рисунок 7 а, б, в). Это обстоятельство существенно влияло на ход дальнейшей операции. В случае, когда камень располагался по ходу протока дробление проходило проще и быстрее.

Итогом лазерной литотрипсии в 9 наблюдениях (45%) было полное разрушение камня, эндоскопическая картина однозначно показывала полное удаление всех фрагментов, очищение и восстановление проходимости протока. В 8 наблюдениях (40%) итоговая картина была неоднозначна, поскольку были видны многочисленные мелкие фрагменты, флотировавшие по всей системе протоков, также наблюдалось «вколачивание» отдельных фрагментов в стенку протока. При этом крупных фрагментов, которые могли бы вызвать обструкцию протока не наблюдалось. В 3 наблюдениях (15%) полного разрушения камня добиться не удалось. У этих пациентов лазерные удары визуально имели меньшую эффективность, камни дробились медленно и в итоге измельчить их до размеров доступных для эндоскопической экстракции так и не удалось. По этой причине мы были вынуждены перейти к операции внутриротовой дуктотомии.

Хронометрия операций составила от 40 минут до 3 часов 2 минут.

Послеоперационный КТ-контроль показал, что у 12 пациентов (60%) камень был удален полностью, у 8 (40%) пациентов на томограмме, в проекции железы визуализировались остаточные фрагменты.

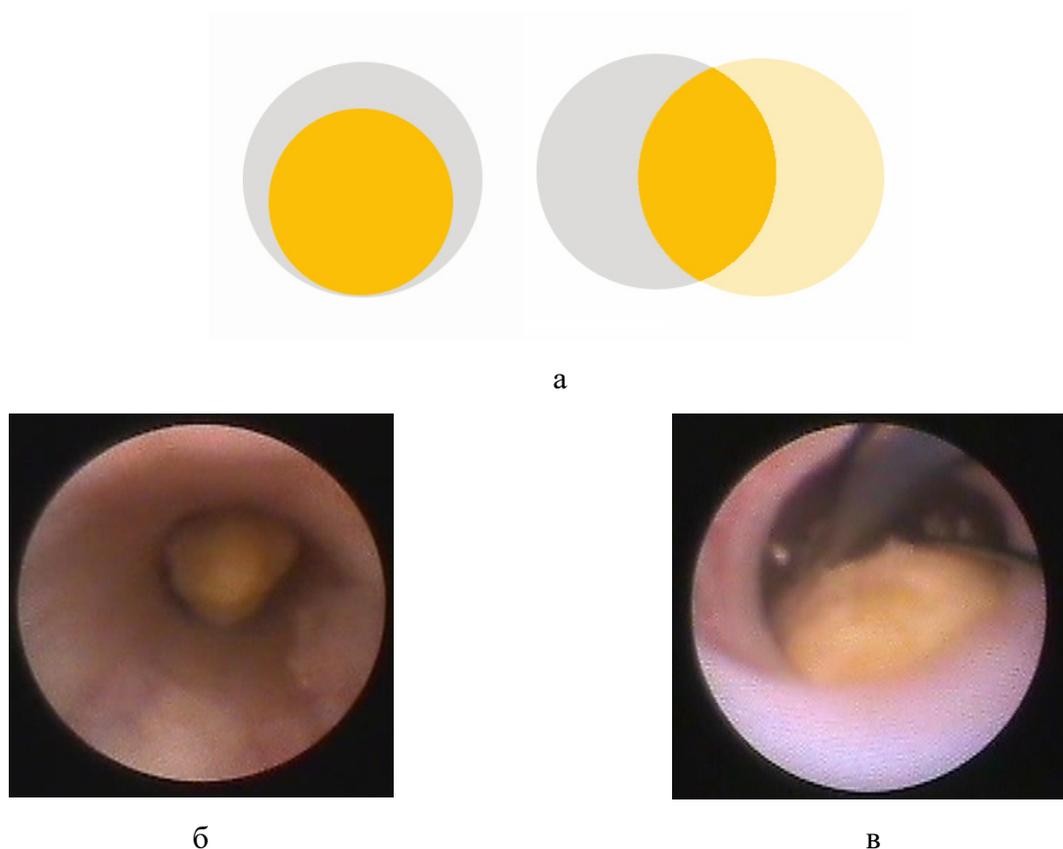


Рисунок 7 – Варианты расположения сиалолита в протоке: а-схематичный рисунок расположения сиалолита по ходу протока (слева), расположение сиалолита сбоку (справа); б - эндоскопическая фотография расположения сиалолита по ходу протока; в – эндоскопическая фотография расположения сиалолита сбоку протока

В 9 клинических случаях из 12 (75%), где операция завершилась полным удалением всех фрагментов, в раннем послеоперационном периоде пациенты не отмечали боли и увеличения слюнной железы при приеме пищи. При клиническом обследовании на момент удаления стента (7-е сутки после операции) мы наблюдали слегка увеличенную слюнную железу в объеме, повышенной плотности. При массаже слюна выделялась свободно, без примесей через стент, а после его удаления через естественное устье. Зондирование протока с помощью бужей всех размеров осуществлялось свободно, без препятствий.

Через 3 месяца у этих пациентов отсутствовали жалобы, клинически железа имела нормальные размеры и консистенцию, признаки воспаления и обструкции отсутствовали. КТ-контроль не выявил вновь образованных сиалолитов. Сиалограмма показала равномерное распределение рентгеноконтрастного вещества до глубоких отделов железы. При послеоперационной диагностической сиалоскопии проток был проходим, без патологических изменений, однако, в зоне проведенного лазерного дробления мы видели снижение сосудистого рисунка и другие признаки фиброза стенки протока.

У 3 пациентов (15%), которым была выполнена внутриротовая дуктотомия, в раннем послеоперационном периоде жалобы отсутствовали. КТ-контроль показал отсутствие сиалолитов в проекции железы, как в день операции, так и отсрочено через 3 месяца. Однако, после снятия швов и удаления стента на 7-е сутки, у пациентов вновь появились жалобы на эпизоды слюнной колики. Клинически определялось уплотнение и увеличение железы в объеме. При массаже выделялась чистая слюна без отделяемого, но порционно. Зондирование и бужирование устья и начального отдела протока было затруднено из-за наличия препятствия в виде фиброзных спаек. Для удаления спаек нами было повторно проводилось стентирование и несколько процедур бужирования протока слюнной железы. Тем не менее, при контрольных осмотрах через 3 месяца мы наблюдали рецидив фиброзных стриктур, как в раннем послеоперационном периоде, но жалоб при этом пациенты уже не предъявляли, железы имели нормальную плотность и объем, массаж железы практически не стимулировал выделение слюны. Поскольку ввести в проток зонд или буж не удавалось, то проведение послеоперационной сиалогрaфии и диагностической сиалоскопии было невозможно.

У 8 пациентов (40%) КТ-контроль показал, что камень был раздроблен, но в протоке оставались фрагменты. В 5 клинических случаях из 8 (62,5%) мелкие осколки сиалолита (≤ 1 мм) определялись на томограмме дистальнее, чем изначальное расположение конкремента. У этих пациентов клиническая картина раннего и позднего послеоперационных периодов во многом была сходна с состоянием пациентов, оперированных методом внутриротовой дуктотомии. В отдаленном периоде, пациенты не отмечали болезненности, увеличения слюнной железы и сухости в полости рта. Клинически железа была нормального размера, безболезненная при пальпации, нормальной консистенции. Однако, при зондировании также определялись фиброзные спайки в проекции расположения камня и проведенного ранее дробления. При массаже слюна из оперируемой железы практически не выделялась. Проведение дополнительных методов диагностики было возможно только в объеме КТ-исследования.

Результаты механической сиалолитотрипсии у пациентов контрольной группы оказались неудовлетворительными, ни в одном случае сиалолит не был полностью разрушен. При попытках дробления камня буром, инструмент плохо фиксировался на камне, и при давлении соскальзывал с его поверхности. Во многом это определялось формой камня и его плотностью. Круглые, плотные камни вовсе не поддавались дроблению буром, при его соскальзывании он в ряде случаев вонзался в стенку протока, на что болезненно реагировали пациенты, и из точки прокола в проток изливалась кровь, что мешало дальнейшему ходу операции. Камни с неровной поверхностью легче дробились буром, т.к. он лучше фиксировался на поверхности и, кроме того, такие камни имели субъективно меньшую плотность.

Дробление щипцами также не имело успеха. Сила сжатия браншей была недостаточной для разрушения камня, также, как и при использовании бура. Кроме того, в ходе этих попыток мы сломали несколько таких дорогостоящих инструментов.

По окончании операции мы не устанавливали стент и не проводили КТ-контроль, так как это не имело смысла. Непосредственно после таких операций слюнная железа была слегка увеличена в размере из-за проведенной ирригации, однако ее объем не был велик и при самостоятельном массаже восстановление до прежних размеров наступало на следующие сутки.

Пациенты осматривались на 7 сутки от момента проведения вмешательства для клинического осмотра и планирования альтернативного вида лечения. При осмотре признаков воспаления не определялось. В последующем всем пациентам этой группы были предложены и выполнены иные методы удаления сиалолитов.

Обсуждение полученных результатов

Для имитации процесса дробления мы спроектировали две модели. Прототипом экспериментальной модели №1, предназначенной для исследования эффекта ретропульсии выступила модель, предложенная Золотухиным С.Ю и описанная в его диссертационном исследовании. Однако, мы ее модифицировали и использовали в качестве основы вакутейнер, помещая внутрь сиалолит и заполняя модель физиологическим раствором. Мы стремились отразить близкую к реальности картину дробления камня в слюнном протоке, чтобы исследовать не только возможность фрагментации, но и сопутствующие эффекты.

Для исследования изменения температуры и времени дробления нами была выбрана модель, предложенная авторами L.A. Hardy и C.R. Wilson, с помощью которой ученые изучали лазерное дробление уролитов [Hardy L.A., 2014].

Стоит признать, что обе модели лишь отдаленно имитируют проток и реальные условия. В отличие от протоковой системы, которая характеризуется наличием участков сужения, расширения и разветвлением на протоки меньшего порядка обе модели имели упрощенную полую структуру равного диаметра. В модели камень всегда занимал центральное расположение, клинически ситуация могла быть иной, когда часть конкремента скрывается за стенкой протока.

В эксперименте при каждом лазерном ударе сиалолит удалялся от волокна на разную длину в зависимости от установленных значений энергии и частоты импульса. Клинически мы также наблюдали ретропульсию камня, но отскок камня мог быть ограничен стенкой протока, а откалывающиеся частицы разлетались и мигрировали глубже, что невозможно было наблюдать при дроблении в модели.

Второй важной особенностью, мы считаем отличие скорости ирригации в экспериментальных и реальных условиях. В виду разницы структуры, плотности стенок модели и протока железы, объем и скорость подаваемой промывной жидкости отличаются, а соответственно

подъем температуры в клинических условиях может оказаться выше. В результате одного клинического наблюдения мы столкнулись в послеоперационном периоде с наличием фиброзных спаек в начальном отделе протока, при том, что расположение камня и сам процесс дробления был проведен в более глубоких отделах железы. Можно предположить, что такой исход возник под влиянием высокой температуры ирригационной жидкости, омывающей стенки протока.

По нашим наблюдениям, скорость дробления зависела в большей степени от значения энергии импульса. Чем выше был задан параметр, тем быстрее сиалолит разрушался, но при этом все сопутствующие эффекты также прогрессивно росли: ретропульсия, пики максимальной температуры, количество взвеси и отколовшихся мелких фрагментов.

Стоит обратить внимание, что в ходе эксперимента мы наблюдали, что некоторые лазерные удары вызывали яркие вспышки и обугливание камня, другие нет. Вероятно, что это обусловлено разницей степени минерализации и структуры камня.

Способность лазера фрагментировать сиалолиты чрезвычайно ценна, но не менее важен вопрос безопасности работы им в слюнном протоке. Образование пузырьков воздуха, искр и очагов обугливания на поверхности конкремента указывали на опасные повышения температуры. Мы заметили, что интенсивность и частота возникновения сопутствующих явлений в каждом режиме отличалась. В режиме «Фрагментация» мы наблюдали эффекты (частые искры, крупные пузырьки воздуха, а также расстояние удаления камня от торца волокна и максимальный подъем температуры при ирригации) высокой степени выраженности даже при минимальных значениях энергии и частоты. По этой причине, мы сразу отказались от его дальнейшего применения на клиническом этапе, не смотря на возможность раздробить сиалолит в данном режиме за короткий промежуток времени.

Другим важным вопросом выступала продолжительность фрагментации сиалолита. Быстрее всего раздробить сиалолит до фрагментов ≤ 1 мм позволял режим «Фрагментация», но по описанным выше причинам, мы исключили его из клинического использования. Время дробления в режиме «Попкорнинг» превышало в 1.6 раз время фрагментации в режиме «Распыление» (при минимальных энергии и частоте), и не смотря на равные значения ретропульсии, выбор в пользу «Попкорнинг» был связан с наименьшим значением подъема температуры при ирригации.

Во время эксперимента волокно подводилось напрямую к поверхности камня и дробление проходило под прямым визуальным контролем. Поэтому, проведение фрагментации в эксперименте отличалась простотой и возможностью полноценно оценить все сопутствующие эффекты, что невозможно в условиях реальной операции.

С помощью эксперимента мы смогли зафиксировать числовые значения возникающих эффектов во всех режимах и провести сравнительную оценку. Таким образом, полученные дан-

ные оказались чрезвычайно важны и в итоге именно они стали для нас опорой при переходе к клиническому использованию лазера.

Следует заметить, что в современном виде технология сиалоэндоскопии достаточно совершенна для того, чтобы обнаружить и обеспечить подход к камню, так во всех 40 клинических случаях (100%) когда конкремент был обнаружен на компьютерной томограмме, нам удалось дойти до него сиалоскопом. Однако, отметим, что до операции мы можем диагностировать наличие камня, но без представления о его расположении в конкретной структуре железы и относительно стенок протока. По этой причине, до эндоскопии протока нельзя прогнозировать условия и результат предстоящей операции.

Собственно результаты клинического дробления логичны исходя из экспериментальных данных. Механическое дробление бурами и щипцами – абсолютно неэффективная процедура, во всяком случае инструментами, которые имеются на текущий момент. Сиалоэндоскопические щипцы для этой цели оказались практически непригодны, к тому же имея высокую стоимость быстро ломались. Ручной бур также показал низкую эффективность в качестве литотриптера. Мы считаем, что следует отказаться от ручных инструментов, как основных инструментах для фрагментации, они могут быть полезны лишь в качестве вспомогательных.

Лазерное дробление в минимальных значениях энергии и частоты импульса в режиме «Попкорнинг» подтвердило клиническую эффективность, но отличалось высокой продолжительностью. Наша самая длительная операция составила 3 часа 2 минуты. При такой продолжительности в условиях непрерывной ирригации проток увеличивался и становился отечным. Повторное введение сиалоэндоскопа после удаления фрагментов эндоскопическими экстракторами проходило крайне затруднительно и могло привести к перфорациям.

В трех клинических случаях камень практически не дробился при лазерном воздействии и в результате нам пришлось перейти к методике внутриротовой дуктотомии для его удаления. Вероятнее всего это связано с повышенной плотностью конкрементов. Для исследования мы отбирали сиалолиты, ранее удаленные из слюнных желез. Они совпадали по форме и размеру, но могли отличаться рентгеновской плотностью. В нашем исследовании мы не учитывали данную характеристику. Однако, мы считаем, что в будущем этот параметр также важно учитывать.

Результаты клинических наблюдений показали, что в случаях, когда дробление сопровождалось явными повреждениями протока, высокой продолжительностью, миграцией фрагментов, в послеоперационном периоде можно предполагать возникновение стриктур и фиброзных спаек в протоке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Механическое дробление с помощью ручных инструментов (ручного бура и щипцов) неэффективно. Лазерное дробление является эффективной технологией, однако выраженными недостатками в работе тулиевого лазера остается эффект ретропульсии, возникающий при каждом ударе, а также низкая скорость дробления.

Из вышеописанного следует необходимость дальнейших исследований, работа с физиками-оптиками, поиск оптимальных режимов с учетом состава сиалолитов, их плотности и других физических параметров.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментальное исследование сиалолитотрипсии показало, что тулиевый лазер эффективен в дроблении камней во всех режимах.

В режиме «Попкорнинг» при значениях энергии и частоты импульса 0,025 Дж, 240 Гц максимальная продолжительность составила 57 минут, максимальная температура ирригационного раствора составила 34°C, ретропульсия камня – 2-3мм; при значениях 0,2 Дж, 175 Гц максимальная продолжительность составила 18 минут, максимальная температура ирригационного раствора - 46°C, ретропульсия камня – 8-9мм.

В режиме «Распыление» при значениях 0,1 Дж, 60 Гц максимальная продолжительность составила 35 минут, максимальная температура ирригационного раствора - 36°C, ретропульсия камня - 2-3мм; при значениях 0,8 Дж, 43,8 Гц максимальная продолжительность составила 16 минут, максимальная температура ирригационного раствора - 48°C, ретропульсия камня – 7-8мм;

В режиме «Фрагментация» при значениях 1 Дж, 6 Гц максимальная продолжительность составила 24 минуты, максимальная температура ирригационного раствора - 40°C, ретропульсия камня – 8-9мм; при значениях 4,5 Дж, 7,8 Гц максимальная продолжительность составила 7 минут, максимальная температура ирригационного раствора - 47°C, ретропульсия камня – 8-10мм;

2. Экспериментальное исследование показало, что дробление ручными литотриптерами: сиалоэндоскопическими щипцами и ручным буром низко эффективно. Только в 3 из 12 экспериментов удалось добиться частичного дробления камня.

3. Экспериментальное исследование показало, что из доступных на аппарате «Fiber-Lase U2» оптимальным режимом для дробления сиалолитов является режим «Попкорнинг» при значениях энергии 0,025 Дж и частоты импульса 240 Гц.

4. Клиническое исследование показало, что дробление сиалолитов тулиевым лазером в режиме «Попкорнинг» (0,025 Дж, 240 Гц) эффективно. Продолжительность операций составила от 40 минут до 3 часов 2 минут. В тоже время дробление сопровождалось сопутству-

ющими эффектами: ретропульсией камня при каждом лазерном ударе с механическим повреждением стенок протока его фрагментами, термическим повреждением протока.

5. Клиническое исследование показало, что механическое дробление сиалолитов ручными инструментами неэффективно. Нам не удалось добиться дробления камня до фрагментов ≤ 1 мм ни в одном из 20 наблюдений. При этом, фрагментация с помощью ручного бура может приводить к повреждениям стенки протока.

6. В результате проведённого сравнительного анализа методик лазерного и механического дробления слюнных камней установлено, что сиалолитотрипсия тулиевым лазером более эффективна.

Эффективность лазерного дробления составила 100%, однако, в 15% не удалось добиться полного дробления камня в силу ограничения оперативного доступа. При контрольном обследовании в раннем и позднем послеоперационных периодах в 40% наблюдений в железе обнаруживались остаточные мелкие фрагменты, в 55% наблюдений были выявлены фиброзные изменения протоков.

Эффективность механической сиалолитотрипсии составила 0 (0%), полной фрагментации не удалось достичь ни в одном из 20 наблюдениях, при этом мы наблюдали повреждение стенки протока и поломки инструментов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Мы рекомендуем использовать тулиевый лазер при сиалозэндоскопическом удалении сиалолитов размером до 6 мм, когда размеры камня не позволяют удалить его через проток.

2. Рекомендуем проводить дробление тулиевым лазером в режиме «Попкорнинг» при значениях энергии 0,025 Дж и частоте 240 Гц.

3. Мы не рекомендуем использовать сиалозэндоскопические щипцы и ручной бур для фрагментации слюнных камней, в связи с их низкой эффективностью и травматичностью.

4. Рекомендовано обязательное проведение КТ-контроля результата операции и последующее клиническое наблюдение.

5. Мы рекомендуем проведение послеоперационного стентирования протока после сиалозэндоскопического дробления камней тулиевым лазером.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, включенных в международные базы цитирования WoS и Scopus

1. Жучкова, Д.В. Первый опыт лазерной литотрипсии при сиалолитиазе / Д.В. Жучкова, С.П. Сысолятин, К.А. Банникова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2022. – Т.26. – N2. – С.170-179.
2. Жучкова, Д.В. Экспериментальное исследование эффекта ретропульсии при сиалолитотрипсии тулиевым лазером / Д.В. Жучкова, С.П. Сысолятин // Клиническая стоматология. – 2023. – Т.26. – N.1. – С.121-125.
3. Жучкова, Д.В. Экспериментальное исследование эффектов лазерной сиалолитотрипсии / Д.В. Жучкова, С.П. Сысолятин // Российский стоматологический журнал. – 2023. – Т.27. – N5. – С.395-401.
4. Жучкова, Д.В. Выбор безопасного режима работы тулиевого лазера при сиалолитотрипсии *in vitro* / Д.В. Жучкова, С.П. Сысолятин // Клиническая стоматология. – 2024. – Т.27. – N1. – С.84-89

Жучкова Д. В.

Эндоскопическая лазерная сиалолитотрипсия (экспериментально-клиническое исследование)

Экспериментальная часть основывается на исследовании фрагментации 24 сиалолитов. Из них 12 конкрементов подвергались механическому дроблению, 12 конкрементов были подвергнуты лазерному дроблению. Во время фрагментации регистрировалось время, необходимое для дробления сиалолита до фрагментов менее 1мм, максимальная температура при непрерывной ирригации, а также величина миграции конкремента в ответ на удар источника. В клинической части исследования в проведен анализ результатов лечения 40 пациентов, которым проводилась операция эндоскопической сиалолитотрипсии: 20 пациентам фрагментация осуществлялась механическим способом, 20 пациентам фрагментация конкремента осуществлялась с помощью тулиевого лазера. Предоперационная диагностика и послеоперационный контроль включал в себя общеклинические и дополнительные методы диагностики, включая КЛКТ, сиалографию, сиалоскопию. Срок послеоперационного наблюдения составлял 3 месяца.

В ходе эксперимента нам удалось раздробить все 12 сиалолитов основной группы (100%) во всех трех режимах лазера при минимальной и максимальной энергии и частоты импульса, однако, полученные показатели времени дробления, эффекта ретропульсии, максимальной температуры во всех режимах отличались. Исследование механической сиалолитотрипсии 12-ти конкрементов контрольной группы *in vitro* показало, что в 9 случаях из 12 (75%) сиалолиты не поддались дроблению ручными инструментами. Нам удалось частично фрагментировать только 3 сиалолита (25%). Полного разрушения сиалолита и менее не удалось добиться ни в одном случае (0%).

Результаты клинического исследования показали, что во всех случаях лазерные удары разрушали сиалолиты, но эффективность дробления различалась. Итогом лазерной литотрипсии в 9 наблюдениях (45%) было полное разрушение камня, в 8 наблюдениях (40%) в системе протоков определялись оставшиеся фрагменты, в 3 случаях конкремент был удален методом внутритротовой дуктотомии. Экспериментально-клиническое исследование сиалолитотрипсии показало, что тулиевый лазер эффективен в дроблении камней во всех режимах, однако, оптимальным режимом для дробления сиалолитов тулиевым лазером является режим «Попкорнинг»

при значениях энергии 0,025 Дж и частоты импульса 240 Гц. Экспериментально-клиническое исследование показало, что дробление ручными литотриптерами: сиалоэндоскопическими щипцами и ручным буром не эффективно.

ABSTRACT
Zhuchkova D.V.

«Endoscopic laser sialolithotripsy (experimental clinical study)»

The experimental part is based on the study of fragmentation of 24 sialolithes. Of these, 12 concretions were subjected to mechanical crushing, 12 concretions were subjected to laser crushing. During fragmentation, the time required for crushing the sialolithe to fragments of less than 1 mm, the maximum temperature during continuous irrigation, as well as the amount of migration of the concretion in response to the impact of the source were recorded. In the clinical part of the study, the results of treatment of 40 patients who underwent endoscopic sialolithotripsy were analyzed: fragmentation was carried out mechanically in 20 patients, and fragmentation of the concretion was carried out using a thulium laser in 20 patients. Preoperative diagnosis and postoperative control included general clinical and additional diagnostic methods, including CBCT, sialography, and sialoscopy. The period of postoperative follow-up was 3 months.

During the experiment, we managed to crush all 12 sialolithes of the main group (100%) in all three laser modes at minimum and maximum energy and pulse frequency, however, the obtained indicators of crushing time, the effect of retropulsion, and maximum temperature differed in all modes. A study of the mechanical sialolithoripsy of 12 concretions of the control group in vitro showed that in 9 cases out of 12 (75%), the sialolithes did not yield to crushing with hand tools. We managed to partially fragment only 3 sialolithes (25%). Complete destruction of sialolithe and less could not be achieved in any case (0%).

The results of the clinical study showed that in all cases, laser strikes destroyed the sialolithes, but the crushing efficiency differed. The result of laser lithography in 9 cases (45%) was complete destruction of the stone, in 8 cases (40%) the remaining fragments were determined in the duct system, in 3 cases the concretion was removed by intraoral ductotomy. An experimental clinical study of sialolithotripsy showed that the thulium laser is effective in crushing stones in all modes, however, the optimal mode for crushing sialolithes with a thulium laser is the "Popcorning" mode at energy values of 0.025 J and a pulse frequency of 240 Hz. An experimental clinical study showed that crushing with manual lithotripters: sialoendoscopic forceps and a manual drill is not effective.