

DOI: 10.37988/1811-153X_2024_1_84

Д.В. Жучкова^{1,2},

ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии; стоматолог-хирург

С.П. Сысолятин^{1,2,3},

д.м.н., профессор кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний; челюстно-лицевой хирург; профессор кафедры стоматологии

¹ РУДН, 117198, Москва, Россия² Клиника «Эндостом», 125252, Москва, Россия³ Медико-биологический университет им. А.И. Бурназяна, 123098, Москва, Россия

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Жучкова Д.В., Сысолятин С.П. Выбор безопасного режима работы тулиевого лазера при сиалолитотрипсии in vitro. — *Клиническая стоматология*. — 2024; 27 (1): 84—89. DOI: 10.37988/1811-153X_2024_1_84

Выбор безопасного режима работы тулиевого лазера при сиалолитотрипсии in vitro

Реферат. Эндоскопическое удаление сиалолитов размером более 5 мм возможно только в сочетании с методом сиалолитотрипсии. В настоящее время самым эффективным методом эндоскопической сиалолитотрипсии признается лазерное дробление, при этом метод имеет ряд серьезных недостатков, среди которых эффект ретропульсии фрагментов, длительное время дробления, риск ожога тканей и пр. В последние годы в урологической литотрипсии растет популярность тулиевых лазеров, которые, по мнению ряда специалистов, превосходят аппараты иных типов. Вероятно, тулиевый лазер может быть использован и для сиалолитотрипсии, что подтолкнуло нас к проведению данного экспериментального исследования. **Цель** — оценить безопасность и время дробления сиалолитов тулиевым лазером in vitro. **Материалы и методы.** Исследование было проведено в 2 этапа с помощью тулиевого лазера FiberLase U2 в режимах Popcorning, Dusting и Fragmentation. Для каждого этапа отобраны 12 сиалолитов равного диаметра и созданы 2 экспериментальные модели, в которых конкременты были раздроблены поочередно. С помощью первой установки проведена оценка эффекта ретропульсии, с помощью второй модели и термопары исследовано изменение температуры при ирригации и времени, необходимого для дробления конкремента до частиц размером ≤ 1 мм. **Результаты.** Фрагментировать сиалолиты до частей необходимого размера удалось во всех трех режимах. При максимальных значениях импульса процесс дробления происходил значительно быстрее и составил от 7 до 10 минут, при этом он сопровождался подъемом температуры ирригационного раствора до 48°C. Дробление при минимальных значениях лазерного импульса отличалось меньшим подъемом температуры во всех трех режимах, однако протекало значительно дольше и в режиме Popcorning составило 57 минут. **Заключение.** Раздробить сиалолиты до необходимого размера удалось во всех трех режимах. Согласно исследованию, безопасными и эффективными режимами выступили Dusting и Popcorning. Экспериментальное исследование показало, что возможно проведение следующего этапа — исследования в клинических условиях.

Ключевые слова: сиалолит, литотрипсия, слюнно-каменная болезнь, фрагментация сиаолита, сиалоэндоскопия, сиалолитиаз, сиалоаденит

D.V. Zhuchkova^{1,2},

assistant at the Oral and maxillofacial surgery Department; dental surgeon

S.P. Sysolyatin^{1,2,3},

PhD in Medical Sciences, full professor of the Dentistry diseases propaedeutics Department; maxillofacial surgeon; full professor of the Dentistry Department

¹ RUDN University, 117198, Moscow, Russia² "Endostom" Clinic, 125252, Moscow, Russia³ Medical and Biological University of the State Medical Center named after A.I. Burnazyan, 123098, Moscow, Russia

Thulium laser safe mode selection for in vitro sialolithotripsy

Abstract. Endoscopic removal of sialoliths larger than 5 mm is possible only in combination with the method of sialolithotripsy. Currently, laser crushing is recognized as the most effective method of endoscopic sialolithotripsy, while the method has a number of serious drawbacks, including the effect of retropulsion of fragments, a long crushing time, the risk of tissue burns, etc. In recent years, the popularity of thulium lasers in urological lithotripsy has been growing, which, according to a number of experts, are superior to other types of devices. It is likely that the thulium laser can also be used for sialolithotripsy, which prompted us to conduct this experimental study. **Aim** — to evaluate the safety and time of crushing of sialoliths with a thulium laser FiberLase U2 in vitro. **Materials and methods.** The study was carried out in 2 stages using a FiberLase U2 thulium laser in Popcorning, Dusting and Fragmentation modes. For each stage, 12 sialoliths of equal diameter were selected and 2 experimental models were created in which the concretions were crushed alternately. With the help of the first installation, the effect of retropulsion was evaluated, with the help of the second model and a thermocouple, the temperature change during irrigation and the time required for crushing the concretion to particles of size ≤ 1 mm were investigated. Results: Fragmenting sialoliths to pieces of the required size is a success in all three modes. At the maximum values of the pulse, the crushing process occurred much faster and ranged from 7 to 10 minutes, while accompanied by an increase in the temperature of the irrigation solution to 48°C. Crushing at the minimum values of the laser pulse was characterized by a lower temperature rise in all three modes, however, it took much longer and in the Popcorning mode was 57 minutes.

Conclusion. It was possible to crush the sialoliths to the required size in all three modes. According to the study, Dusting and Popcorning were safe and effective modes. An experimental study has shown that it is possible to conduct the next stage — research in a clinical setting.

Key words: sialoliths, lithotripsy, salivary stone disease, fragmentation of sialoliths, sialoendoscopy, sialolithiasis, sialoadenitis

ВВЕДЕНИЕ

Размер и локализация сialолита играют решающую роль при выборе методики его удаления. Наименее травматичной является эндоскопическая экстракция, но этот метод имеет ограниченные возможности. Исследования F. Marshal, К.А. Банниковой и других хирургов показали высокую эффективность эндоскопической экстракции при сialолитах размером до 3 мм, сомнительные результаты при размерах от 3 до 5 мм и отсутствие смысла в использовании при размерах сialолитов большего размера [1–6]. Такие сialолиты по-прежнему удаляются путем дуктотомии или удалением железы [2, 3, 5, 6].

Преодолеть данные ограничения и расширить возможности эндоскопического удаления можно, но только в сочетании с литотрипсией. Поиск такого решения начался еще в конце XX в. За прошедшие годы история показала, что простые механические инструменты (буры и щипцы) пригодны для дробления только слабоминерализованных, рыхлых тел [3]. Наилучших результатов удалось добиться с помощью лазеров, среди которых, по данным F. Marchal, P. Dulguero и других хирургов, оптимальным оказался фиброволокновый гольмиевый лазер [7–9].

Надо заметить, что большинство идей для сialолитотрипсии заимствованы из урологической практики, в частности лазерная литотрипсия. В этом контексте интерес вызывают новые экспериментальные и клинические данные, полученные урологами, а они указывают на превосходство новых аппаратов на основе тулиевого лазера над ныне доминирующими гольмиевыми лазерами [10–15]. Эти данные подтолкнули нас к исследованию возможности использования тулиевого лазера для сialолитотрипсии.

В первую очередь мы посчитали необходимым провести экспериментальное исследование физических эффектов, возникающих в процессе лазерного удара по сialолиту, включающее изучение процесса ретропульсии, выделение тепла и времени, необходимого для дробления конкремента до фрагментов к самостоятельному выходу из протока. Все эти данные мы сочли первостепенно необходимыми для определения безопасности и возможности дальнейшего клинического применения.

Цель — оценить безопасность и время дробления сialолитов тулиевым лазером FiberLase U2 in vitro.

FOR CITATION:

Zhuchkova D.V., Sysolyatin S.P. Thulium laser safe mode selection for in vitro sialolithotripsy. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2024; 27 (1): 84–89 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X_2024_1_84

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эксперимент был проведен в 2 этапа. В первой части оценивался эффект ретропульсии при лазерном ударе. Для ее проведения были отобраны 12 ранее удаленных сialолитов округлой формы диаметром 5–6 мм и разработан вакутейнер из пластика диаметром 8 мм цилиндрической формы. Вакутейнер наполняли физраствором, помещали конкремент и плотно закрывали резиновой крышкой. Модель с измерительной линейкой размещали горизонтально. Далее прокалывали резиновый колпачок инъекционной иглой и через нее подвели лазерное волокно диаметром 400 мкм к поверхности сialолита (рис. 1). В условиях видеосъемки последовательно проводили фрагментацию конкрементов лазером в режимах Popcorning, Dusting и Fragmentation при минимальной и максимальной значениях энергии и частоты импульса (табл. 1). На ключевом кадре видеозаписи измеряли расстояние, на которое удалялся сialолит от торца волокна в ответ на лазерный импульс.

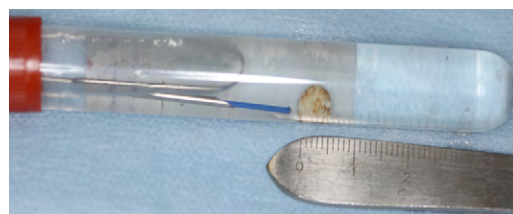


Рис. 1. Экспериментальная модель для исследования эффекта ретропульсии при дроблении сialолита №1

Fig. 1. Experimental model for the study of the effect of retroimpulsion during crushing of sialolith №1

На втором этапе эксперимента мы оценивали время, необходимое для дробления конкремента на фрагменты размером менее 1 мм, и изменение температуры промывного раствора при лазерных ударах. Для этой части также были отобраны 12 ранее удаленных сialолитов округлой формы диаметром 5–6 мм. В качестве основы модели для эксперимента мы взяли прозрачную

Таблица 1. Минимальные и максимальные значения энергии и частоты импульса тулиевого лазера FiberLase U2

Table 1. Minimum and maximum values of the energy and pulse frequency of the thulium laser FiberLase U2

Режим	Минимальная энергия и частота	Максимальная энергия и частота
Popcorning	0,025 Дж, 240 Гц	0,2 Дж, 175 Гц
Dusting	0,1 Дж, 60 Гц	0,8 Дж, 43,8 Гц
Fragmentation	1 Дж, 6 Гц	4,5 Дж, 7,8 Гц

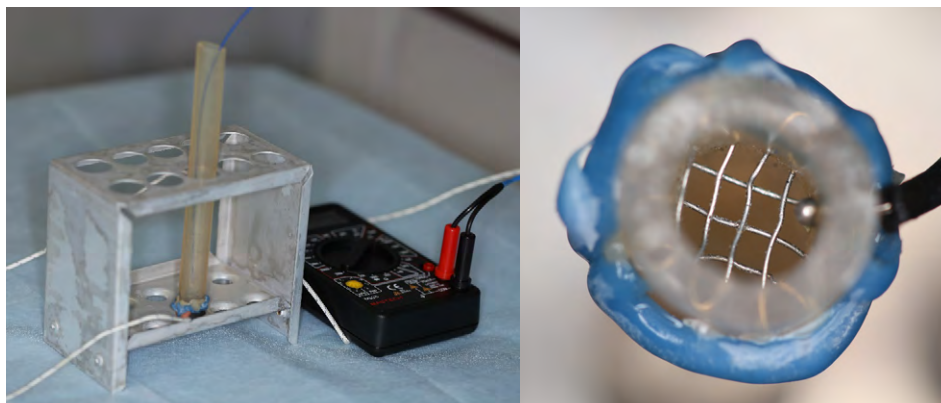


Рис. 2. Экспериментальная модель № 2
Fig. 2. Experimental model № 2

силиконовую трубку диаметром 8 мм. Дистальный конец трубки был прочно закрыт резиновым колпачком. При помощи медицинской иглы и лигатурной проволоки было прошито сито выше колпачка на 1 см, при этом диаметр ячеек был равен 1 мм для прохождения фрагментов. Для измерения температуры ирригационной жидкости во время литотрипсии мы устанавливали датчик термодпары, располагая его чуть ниже сита из лигатурной проволоки. Модель наполняли физиологическим раствором и помещали сиалолит. Проксимальный конец трубки ничем не закрывали, используя его для подведения волокна лазера к поверхности камня, а также системы постоянной ирригации. Экспериментальная модель была расположена вертикально (рис. 2).

Начальная температура физраствора во всех сериях литотрипсии составляла 20°C. Измерение температуры термопарой происходило постоянно, при этом значения мы фиксировали каждые 10 минут фрагментации двух сиалолитов во всех режимах. Отдельно было отмечено значение температуры раствора на половине времени при дроблении, именуемая в таблице как промежуточная, и максимальное ее значение в каждой серии.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Сиалолиты подверглись фрагментации во всех трех режимах лазера FiberLase U2, в том числе от минимально заданных параметров энергии и частоты импульса (табл. 2).

При максимальной энергии и частоте лазерного импульса дробление в режиме Popcorning заняло 18 минут, при этом температура достигла 46°C, а ретропульсия составила 9 мм. Дробление в режиме Dusting заняло 16 минут, верхняя граница температуры составила 46°C, ретропульсия 8 мм. Работа в режиме Fragmentation проходила 7 минут с подъемом температуры до 47°C и ретропульсией 10 мм. Литотрипсия сопровождалась выраженным эффектом кавитации и эпизодическими горящими искрами при подаче импульса. Визуализация вследствие этого нарушалась. В режиме Fragmentation при нанесении лазерного удара камень интенсивно отскакивал от торца волокна.

При минимальных значениях энергии и частоты импульса дробление в режиме Popcorning составило 57 минут с подъемом температуры до 34°C, и ретропульсией

Таблица 2. Результаты измерения значения эффекта ретропульсии, температуры и времени фрагментации камней тулиевым лазером FiberLase U2

Table 2. The results of measuring the value of the effect of retropulsion, temperature and time of fragmentation of stones with a thulium laser FiberLase U2

Режим	Опытная модель	Энергия импульса и частота	Ретропульсия, мм	Время дробления камня, мин	Температура раствора, °C		
					начальная	промежуточная	максимальная
Popcorning	1	0,025 Дж, 240 Гц	2	57	20	28	34
	2		3	55	20	26	33
	1	0,2 Дж, 175 Гц	8	18	20	38	46
	2		9	16	20	35	44
Dusting	1	0,1 Дж, 60 Гц	2	35	20	35	36
	2		3	33	20	34	35
	1	0,8 Дж, 43,8 Гц	7	16	20	32	48
	2		8	15	20	30	45
Fragmentation	1	1 Дж, 6 Гц	8	24	20	27	40
	2		9	22	20	25	39
	1	4,5 Дж, 7,8 Гц	10	7	20	33	47
	2		8	6	20	32	45

3 мм. Дробление в режиме Dusting заняло 35 минут, верхняя граница температуры составила 36°C, ретропульсия — 3 мм. Работа в режиме Fragmentation прошла за 24 минуты с подъемом температуры до 40°C и значением ретропульсии 9 мм (рис. 3). Стоит отметить, что при работе на минимальных значениях энергии и частоты импульса эффект кавитации присутствовал, но меньшей степени выраженности. Визуализация нарушалась незначительно и при непрерывной ирригации быстро восстанавливалась. В ходе всего эксперимента при фрагментации мы наблюдали очаги обугливания на поверхности конкремента неправильной формы от коричневого до черного цвета.

ОБСУЖДЕНИЕ

Хотя мы имели убедительные данные об эффективности уролитотрипсии тулиевым лазером, тем не менее в первую очередь нам было важно убедиться, что данный тип лазера способен разрушить и сиалолиты, которые отличаются от уролитов плотностью и составом.

Ответ на этот вопрос мы получили сразу, поскольку во всех используемых режимах эффект разрушения камня при лазерном ударе был очевиден. Вместе с тем не менее очевидна была разница разрушительного воздействия при смене режимов или при изменениях значений частоты и энергии импульса.

Для оценки эффективности дробления был взят критерий времени, необходимый для разрушения камня до фрагментов размером менее 1 мм. Эта величина была взята не случайно. Согласно данным литературы, конкременты такого диаметра способны к самостоятельной эвакуации из слюнной железы [16–18].

Полученные результаты были логичны и предсказуемы: чем выше были значения энергии и частоты, тем быстрее разрушался камень. Следует заметить, что

процесс дробления шел и на минимальных значениях, допустимых на данном аппарате, но количество необходимых ударов и длительность работы возрастала. Так, на максимальных значениях энергии импульса и частоты в режиме Fragmentation дробление заняло всего 6 минут, а при минимальных значениях в режиме Porcorning 57 минут.

После того как мы убедились в пригодности тулиевого лазера для дробления сиалолитов, перед нами встал не менее важный вопрос о безопасности данной процедуры.

Еще в процессе самых первых опытов мы обратили внимание на то, что в ряде случаев лазерные удары по камню сопровождались яркими вспышками, образованием пузырей в окружающей воде и обугливанием камня. Все это очевидные признаки высоких температур, опасных для биологических тканей.

Согласно данным литературы, реакция биологической ткани на тепловое воздействие универсальна. Воздействие температуры в диапазоне 37–42,5°C не вызывает необратимых изменений, при повышении значения до 50–60°C начинается денатурация белка [19, 20]. По этой причине важной составляющей нашего эксперимента стало изучение температуры ирригационного раствора в ходе процедуры лазерного дробления. Наша экспериментальная модель неточно воспроизводит клинические условия лазерного дробления, так как объем и скорость тока ирригационной жидкости выше, чем в условиях реальной операции, тем не менее она показала разницу выделения тепла по мере роста энергии лазерного импульса.

Максимальная температура, зафиксированная нами, была 48°C, что при короткой экспозиции не представляет опасности, но при длительной может вызывать повреждение тканей. При дроблении на минимальных значениях температура оставалась в диапазоне



A



B

Рис. 3. Результат отбрасывания сиалолита при подаче лазерного импульса в режиме Fragmentation при минимальных заданных параметрах: А — положение до лазерного удара, В — сразу после лазерного удара

Fig. 3. The result of sialolith discarding when a laser pulse is applied in Fragmentation mode at the minimum set parameters: А — position before the laser strike, В — immediately after the laser strike

безопасных значений и не поднималась выше 40°C. Однако, поскольку в реальных условиях объем и ток жидкости будут меньше, следовательно, температуры будут выше полученных нами значений, а значит, дробление сиалолитов аппаратом FiberLase U2 на максимальных уровнях энергии однозначно недопустимо, возможно даже дробление на минимальных уровнях энергии будет сопровождаться термическим повреждением тканей.

Эффект ретропульсии в нашем эксперименте также имел значимую величину. При максимальных значениях энергии импульса камень отбрасывало на 7–10 мм. Это говорит о возможности проникновения фрагментов сиалолита в глубокие отделы железы при клиническом применении.

Кроме того, в ходе нашего эксперимента мы отметили еще некоторые эффекты, которые могут иметь значение при работе в реальных клинических условиях. В частности, при нанесении лазерных ударов по камню мы наблюдали образование вихрей из каменной пыли, ирригационная жидкость теряла прозрачность. В нашем эксперименте фрагментация осуществлялась под зрительным контролем через стенку пробирки (без использования оптики сиалоскопа). В реальных клинических условиях это будет означать временную потерю хирургом визуального контроля, потребует остановки дробления и промывания протока до восстановления видимости, а значит, время работы будет больше, чем в нашем эксперименте.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Поступила: 19.09.2023 **Принята в печать:** 04.01.2024

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Раздробить сиалолиты до фрагментов нужного размера удалось во всех режимах тулиевого лазера FiberLase U2.

Работа при максимальных параметрах энергии импульса и частоты отличалась высокой скоростью (от 6 до 18 минут), но подъемом температуры ирригационной жидкости до 45–48°C и высоким значением эффекта ретропульсии. Это указывает на то, что использовать аппарат в таких режимах для дробления сиалолитов в реальных условиях опасно.

Дробление при минимальных значениях энергии и частоты лазерного импульса происходило медленнее (от 22 до 57 минут), однако температура ирригационного раствора оставалась в безопасных значениях (до 40°C) и эффект ретропульсии был выражен слабо. Следовательно, использовать аппарат в таких режимах для дробления сиалолитов в реальных условиях должно быть безопасно.

Согласно эксперименту, оптимальными для дробления сиалолитов оказались режимы Dusting и Popcorning при минимальных значениях энергии и частоты импульса.

Наша экспериментальная модель неточно отражает реальные клинические условия, поэтому результаты исследования в клинических условиях могут отличаться от полученных в данном эксперименте.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Received: 19.09.2023

Accepted: 04.01.2024

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Marchal F., Dulguerov P. Sialolithiasis management: the state of the art. — *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* — 2003; 129 (9): 951—6. [PMID: 12975267](#)
2. Phillips J., Withrow K. Outcomes of holmium laser-assisted lithotripsy with sialendoscopy in treatment of sialolithiasis. — *Otolaryngol Head Neck Surg.* — 2014; 150 (6): 962—7. [PMID: 24598407](#)
3. Банникова К.А., Босых Ю.Ю., Гайтова В.Г., Сысолятин П.Г., Сысолятин С.П. Показания к применению метода эндосиалоскопии при сиалолитиазе. — *Современные технологии в медицине.* — 2020; 3: 41—46. [Bannikova K.A., Bosykh Yu.Yu., Gaitova V.G., Sysolyatin P.G., Sysolyatin S.P. Indications for the use of sialoendoscopy in sialolithiasis. — *Modern Technologies in Medicine.* — 2020; 3: 41—46 (In Russian)]. [eLibrary ID: 43820364](#)
4. Galdermans M., Gemels B. Success rate and complications of sialendoscopy and sialolithotripsy in patients with parotid sialolithiasis: a systematic review. — *Oral Maxillofac Surg.* — 2020; 24 (2): 145—150. [PMID: 32162129](#)
5. Koch M., Zenk J., Iro H. Algorithms for treatment of salivary gland obstructions. — *Otolaryngol Clin North Am.* — 2009; 42 (6): 1173—92, Table of Contents. [PMID: 19962014](#)
6. Kałużny J., Klimza H., Tokarski M., Piersiala K., Witkiewicz J., Katulska K., Wierzbicka M. The holmium:YAG laser lithotripsy—a non-invasive tool for removal of midsize stones of major salivary glands. — *Lasers Med Sci.* — 2022; 37 (1): 163—169. [PMID: 33219871](#)
7. Rai V., Walvekar R.R., Verma J., Monga U., Rai D., Munjal M. Laser-assisted sialolithotripsy: A correlation of objective and subjective outcomes. — *Laryngoscope.* — 2022; 132 (12): 2344—2349. [PMID: 35289948](#)
8. Sionis S., Caria R.A., Trucas M., Brennan P.A., Puxeddu R. Sialoendoscopy with and without holmium:YAG laser-assisted lithotripsy in the management of obstructive sialadenitis of major salivary glands. — *Br J Oral Maxillofac Surg.* — 2014; 52 (1): 58—62. [PMID: 24280118](#)
9. Филимонов В.Б., Васин Р.В., Собенников И.С., Широбакина Е.Ю. Сравнительный анализ различных хирургических методов лечения уролитиаза. — *Экспериментальная и клиническая урология.* — 2022; 3: 88—93. [Filimonov V.B., Vasin R.V., Sobennikov I.S., Shirobakina E.Yu. Comparative analysis of various surgical methods of urolithiasis treatment. — *Experimental and Clinical Urology.* — 2022; 3: 88—93 (In Russian)]. [eLibrary ID: 49546468](#)

10. Keller E.X., De Coninck V., Doizi S., Daudon M., Traxer O. Thulium fiber laser: ready to dust all urinary stone composition types? — *World J Urol.* — 2021; 39 (6): 1693—1698. [PMID: 32363450](#)
11. Blackmon R.L., Irby P.B., Fried N.M. Comparison of holmium:YAG and thulium fiber laser lithotripsy: ablation thresholds, ablation rates, and retropulsion effects. — *J Biomed Opt.* — 2011; 16 (7): 071403. [PMID: 21806249](#)
12. Hardy L.A., Wilson C.R., Irby P.B., Fried N.M. Thulium fiber laser lithotripsy in an in vitro ureter model. — *J Biomed Opt.* — 2014; 19 (12): 128001. [PMID: 25518001](#)
13. Попов С.В., Орлов И.Н., Сытник Д.А., Сулейманов М.М., Пазин И.С., Гринь Е.А., Пестряков И.Ю. Тулиевая и гольмиевая уретеролитотрипсия: оценка термического воздействия на мочеточник путем измерения температуры ирригационной жидкости в условиях in vitro. — *Экспериментальная и клиническая урология.* — 2021; 1: 26—30.
[Popov S.V., Orlov I.N., Sytnik D.A., Suleimanov M.M., Pazin I.S., Grin E.A., Pestriakov I.Yu. Thulium and holmium ureterolithotripsy: evaluation of thermal effects on the ureter by measuring the temperature of the irrigation fluid in vitro. — *Experimental and Clinical Urology.* — 2021; 1: 26—30 (In Russian)]. [eLibrary ID: 44895359](#)
14. Ulvik Ø., Æsøy M.S., Juliebø-Jones P., Gjengstø P., Beisland C. Thulium fibre laser versus holmium:YAG for ureteroscopic lithotripsy: outcomes from a prospective randomised clinical trial. — *Eur Urol.* — 2022; 82 (1): 73—79. [PMID: 35300888](#)
15. Becker B., Gross A.J., Netsch C. Ho: YAG laser lithotripsy: recent innovations. — *Curr Opin Urol.* — 2019; 29 (2): 103—107. [PMID: 30407221](#)
16. Koch M., Hung S.H., Su C.H., Lee K.S., Iro H., Mantsopoulos K. Intraductal lithotripsy in sialolithiasis with two different Ho:YAG lasers: presetting parameters, effectiveness, success rates. — *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* — 2019; 23 (13): 5548—5557. [PMID: 31298306](#)
17. Durbec M., Dinkel E., Vigier S., Disant F., Marchal F., Faure F. Thulium-YAG laser sialendoscopy for parotid and submandibular sialolithiasis. — *Lasers Surg Med.* — 2012; 44 (10): 783—6. [PMID: 23224989](#)
18. Schrötzmair F., Müller M., Pongratz T., Eder M., Johnson T., Vogeser M., von Holzschuher V., Zengel P., Sroka R. Laser lithotripsy of salivary stones: Correlation with physical and radiological parameters. — *Lasers Surg Med.* — 2015; 47 (4): 342—9. [PMID: 25788338](#)
19. Базык-Новикова О.М. Температурные особенности воздействия высокоинтенсивного лазерного излучения на паренхиму околоушной слюнной железы в эксперименте. — *Современная стоматология (Беларусь).* — 2017; 3 (68): 60—64.
[Bazyk-Novikova V.M. Temperature effect of high-intensity laser radiation on a parenchyma of parotid gland in an experiment. — *Sovremennaya stomatologiya (Belarus).* — 2017; 3 (68): 60—64 (In Russian)]. [eLibrary ID: 30457740](#)
20. Минаев В.П., Жилин К.М. Современные лазерные аппараты для хирургии и силовой терапии на основе полупроводниковых и волоконных лазеров. Рекомендации по выбору и применению. — М.: Балабанов, 2009. — 48 с.
[Minaev V.P., Zhilin K.M. Modern laser devices for surgery and power therapy based on semiconductor and fiber lasers. Recommendations for selection and application. — Moscow: Balabanov, 2009. — 48 p. (In Russian)].