

Уретероскопические методы лечения больных с уретеролитиазом

М.А. Гусейнов¹, А.Г. Мартов^{1,2}, А.С. Андронов^{1,2}

¹ кафедра урологии и андрологии ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА; 123098, ул. Маршала Новикова, 23, Москва, Россия

² ГБУЗ ГKB им. Д.Д. Плетнева ДЗМ, 105077, ул. 11-я Парковая, д. 32, Москва, Россия

Ответственный за контакт с редакцией: Гусейнов Мираб Абдулович, Dr.Guseynov@yandex.ru

Введение. В настоящее время мочекаменная болезнь является одной из сложных и актуальных медико-социальных проблем. В Российской Федерации на долю мочекаменной болезни приходится порядка 40% от всех урологических заболеваний и в структуре общей урологической заболеваемости. Почти в половине случаев конкременты локализируются в мочеточнике, что обусловлено анатомическими особенностями этого органа. Основными методами элиминации камней при их локализации в мочеточниках являются: консервативный метод, включающий активное наблюдение, литокинетическую и хемолитическую терапию, и малоинвазивные методы (дистанционная ударно-волновая литотрипсия, эндоурологическая техника, ретроградная и антеградная чрескожная уретеролитотрипсия); открытая и лапароскопическая уретеролитотомия.

Цель. Представить обзор литературы и научных публикаций о применении различных видов энергий для разрушения конкрементов при уретероскопии.

Материалы и методы. Проведен поиск литературы в базе данных Pubmed, E-library и др. по ключевым словам: мочекаменная болезнь, уретероскопия, уретеролитотрипсия, лазеры в урологии, гольмиевый лазер, пневматическая уретеролитотрипсия, тулиевый волоконный лазер. Выполнен поиск англоязычных и русскоязычных материалов, доклинических (на животных) и клинических исследований. Проведен анализ опубликованных статей.

Результаты. В настоящее время уретероскопия является эффективным и минимальноинвазивным методом лечения камней мочеточника. В клинической практике уролога для разрушения камня мочеточника при уретероскопии используются различные виды энергий. В настоящее время в арсенале уролога имеются отличающиеся по своей физике разрушения конкремента литотрипторы, такие, как пневматические, ультразвуковые, электроимпульсные, электрогидравлические и лазерные. За последнее десятилетие отмечается бурный прогресс лазерных технологий в урологии. Согласно последним рекомендациям европейской ассоциации урологов гольмиевый лазер является «золотым стандартом» при выполнении как ригидной, так и гибкой уретероскопии. Однако в последние годы появляются много сообщений о выполнении литотрипсии с помощью тулиевого волоконного лазера, который отличается высокой частотой импульсов, эффективностью и минимальной ретропульсией. В данной статье проведен литературный обзор данных о преимуществах и недостатках того или иного метод.

Выводы. В настоящее время ретроградная контактная уретеролитотрипсия является наиболее эффективным малоинвазивным методом удаления клинически значимых камней мочеточника.

Ключевые слова: уретеролитотрипсия, лазер, уретеропиелоскопия, мочекаменная болезнь.

Для цитирования: Гусейнов М.А., Мартов А.Г., Андронов А.С. Уретероскопические методы лечения больных с уретеролитиазом. Экспериментальная и клиническая урология 2020;(1):58-65

DOI: 10.29188/2222-8543-2020-12-1-58-65

Ureteroscopic methods for treating patients with ureterolithiasis

M.A. Guseynov¹, A.G. Martov^{1,2}, A.S. Andronov^{1,2}

¹ State Research Center of the Federal Medical Biophysical Center named after A.I. Burnazyan of Federal Biological Agency, Russia 123098, Moscow, ul. Marshal Novikov, 23.

² GBUZ GKB them. D. D. Pletneva DZM, Russia; 105077, Moscow, st. 11th Parkovaya, 32

Contacts: Guseynov Mirab Abdulovich, Dr.Guseynov@yandex.ru

Introduction. At present, urolithiasis is one of the complex and relevant medical and social problems. In the Russian Federation, urolithiasis accounts for about 40% of all urological diseases in the structure of the general urological morbidity. In almost half the cases, calculi are localized in the ureter, which is due to the anatomical features of this organ. The main methods for stone elimination during their localization in the ureters are: conservative method, including active observation, lithokinetic and chemolytic therapy, and minimally invasive methods (remote shock wave lithotripsy, endourological technique, retrograde and antegrade percutaneous ureterolithotripsy); open and laparoscopic ureterolithotomy.

Purpose. Provide a review of the literature and scientific publications on the use of various types of energies for the destruction of calculi during ureteroscopy.

Materials and methods. A literature search was conducted in the Pubmed database for the keywords: urolithiasis, ureteroscopy, ureterolithotripsy, lasers in urology, holmium laser, pneumatic ureterolithotripsy, thulium fiber laser. The search for English-language and Russian-language materials, preclinical (on animals) and clinical studies. The analysis of published articles.

Results. Currently, ureteroscopy is an effective and minimally invasive method for treating ureteral stones. In the clinical practice of a urologist, various types of energies are used to destroy ureteral stones with ureteroscopy. Currently, the urologist's arsenal contains lithotripters that differ in their physics of calculus destruction, such as pneumatic, ultrasonic, electro-impulse, electro-hydraulic and laser ones. Over the past decade, rapid progress has been made in laser technology in urology. According to the latest recommendations of the European Association of Urology, a holmium laser is the "gold standard" for performing both rigid and flexible ureteroscopy. However, in recent years there have been many reports of lithotripsy using a thulium fiber laser, which is characterized by a high pulse frequency, efficiency and minimal retro-pulsion. This article provides a literature review of data on the advantages and disadvantages of a particular method.

Conclusions. Currently, retrograde contact ureterolithotripsy is the most effective minimally invasive method for removing clinically significant ureter stones.

Key words: ureterolithotripsy, laser, ureteropyeloscopy, urolithiasis.

For citation: Guseynov M.A., Martov A.G., Andronov A.S. Ureteroscopic methods for treating patients with ureterolithiasis. Experimental and clinical urology 2020;(1):58-65

Мочекаменная болезнь остается одной из сложных и актуальных медико-социальных проблем на протяжении многих лет [1,2]. Заболеваемость уролитиазом, по данным разных авторов, составляет от 1 до 15% [3,4]. В Российской Федерации на долю мочекаменной болезни приходится порядка 40% от всех урологических заболеваний и в структуре общей урологической заболеваемости мочекаменная болезнь занимает лидирующие позиции, уступая лишь воспалительным заболеваниям органов мочевыводящей системы и болезням предстательной железы [5,6].

Почти в половине случаев конкременты локализируются в мочеточнике, что обусловлено анатомическими особенностями этого органа. Его узкий просвет, наличие анатомических сужений и спазм гладкой мускулатуры препятствуют отхождению конкремента. Локализация камня в мочеточнике более опасна, чем его нахождение в чашечно-лоханочной системе почки [7]. Расположение камня в просвете мочеточника часто становится причиной развития почечной колики.

Камни мочеточника обуславливают развитие сильнейшего болевого синдрома, что становится причиной обращения пациента за медицинской помощью. Краеугольным вопросом современной урологии остается лечение пациентов с крупными камнями проксимального отдела мочеточника [8].

Целью лечения уретеролиаза является избавление больных от камней мочеточника, купирование клинических симптомов, проведение мероприятий, направленных на препятствие дальнейшего прогрессирования болезни, профилактика осложнений и улучшение качества жизни пациентов [9].

Основными методами элиминации камней при их локализации в мочеточниках являются: консервативный метод, включающий активное наблюдение, литокинетическую и гемолитическую терапию; малоинвазивные методы (дистанционная ударно-волновая литотрипсия, эндоурологическая техника, ретроградная и антеградная чрескожная уретеролитотрипсия); открытая и лапароскопическая уретеролитотомии [10]. В последние годы все более широкое применение находят уретероскопические лазерные технологии дробления камней [10,11].

При выборе оптимального метода лечения в каждом конкретном случае должны учитываться такие факторы как степень обструкции, размер камня, его локализация и плотность, наличие сопутствующих заболеваний и возможных осложняющих факторов, технические возможности медицинского учреждения, а также предпочтения пациента и хирурга [12].

На сегодняшний день разработаны и внедрены в клиническую практику современные высокоэффективные малоинвазивные эндоскопические методы лечения уролитиаза, применение которых позволило снизить летальность до 1,3% [13]. Существенный прогресс в лече-

нии мочекаменной болезни базируется на широком внедрении в практическую урологию инновационных технологий обеспечения доступа к камням через естественные пути [14]. Результаты исследований подтверждают, что уретероскопия является эффективным и безопасным способом оказания неотложной помощи пациентам с уретеролитиазом [15]. Применение уретероскопов небольшого диаметра наряду с внедрением гибкой уретероскопической техники расширяет возможности удаления конкрементов мочеточника от 90% в средней и верхней его трети до 99% – в нижней трети, при низкой частоте осложнений [16].

Цель данной публикации – представить обзор литературы и научных публикаций применения различных видов энергий для разрушения конкрементов при уретероскопии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен поиск литературы в базе данных Pubmed, T-library и др. по ключевым словам: мочекаменная болезнь, уретероскопия, уретеролитотрипсия, лазеры в урологии, гольмиевый лазер, пневматическая уретеролитотрипсия, тулиевый волоконный лазер. Выполнен поиск англоязычных и русскоязычных материалов, доклинических (на животных) и клинических исследований (на людях) по данным представленных резюме, полнотекстовых статей, обзоров литературы по временному интервалу до августа 2019 года включительно. Отобранные статьи по данной теме вместе с материалами, находившимися в свободном доступе в сети интернет, сгруппированы, выполнен их анализ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На сегодняшний день технические возможности современных уретероскопов дают возможность осмотреть мочеточник на всем его протяжении, визуализировать камни, а также осуществить их фрагментацию с помощью различных методов литотрипсии и удалить петлей или экстракторами [1]. Совершенствование уретероскопической техники, заключающейся в уменьшении диаметра инструментов и создании изображения высокой четкости, способствует снижению инвазивности данной процедуры [14]. Тем не менее, эндоскопическая литотрипсия, по сравнению с экстракорпоральными методами лечения считается инвазивным методом, а его использование для дробления конкрементов размером более 1 см до сих пор вызывает споры и разногласия [17].

Начиная с 80-х годов XX века «золотым стандартом» лечения уретеролитиаза является контактная уретеролитотрипсия. Фрагментация камней осуществляется с помощью ряда инструментов, один из которых непосредственно имеет контакт с конкрементом в организме пациента. С помощью различных видов энергии

конкременты либо измельчаются до порошкового состояния, либо дробятся на мелкие фрагменты до 2 мм в диаметре и менее [17].

Данный метод позволяет дробить конкременты разной плотности за счет источника энергии, который подводится к камню [18]. При правильном проведении данного метода возможно удаление камней любого отдела мочевыводящей системы с наименьшей травматизацией тканей, сокращение сроков лечения и реабилитации пациентов. Полной фрагментации камней удастся добиться в 90-96% случаев [19]. Даже в сложных клинических ситуациях, при наличии крупных, в том числе и «вколоченных» конкрементов, контактная уретеролитотрипсия является методом выбора [20].

Показаниями к контактной уретеролитотрипсии являются: наличие конкремента с низкой вероятностью отхождения; профессиональные показания; наличие болевого синдрома, некупирующегося анальгетиками; наличие персистентной обструкции (полный блок более 15 дней); почечная недостаточность, обусловленная обструкцией (блок трансплантированной почки, билатеральный блок, блок единственной почки) [21].

Преимуществом метода является высокая частота успешного некомбинированного лечения, снижение риска повреждения здоровых тканей, окружающих камень, а также периода болевых ощущений после операции, что существенно сокращает сроки реабилитации пациентов. По сравнению с дистанционной ударно-волновой литотрипсией метод контактной уретеролитотрипсии является экономически более выгодным [17]. Также преимуществом контактной уретеролитотрипсии является то, что в сравнении с открытым оперативным вмешательством снижен риск развития таких послеоперационных осложнений как острая гнойная инфекция, мочевая инфильтрация и нагноение послеоперационной раны. Поэтому контактная уретеролитотрипсия – значимая альтернатива открытому оперативному вмешательству в лечении уретеролитиаза [19]. Миниатюризация жестких и создание гибких эндоскопов приводят к снижению частоты осложнений [17].

Противопоказаний к проведению ретроградной контактной уретеролитотрипсии существенно меньше, чем для дистанционной ударно-волновой литотрипсии. По сути, имеется только одно противопоказание: активная инфекция мочевыводящих путей [22]. Ретроградная контактная уретеролитотрипсия может беспрепятственно проводиться у пациентов, получающих антикоагулянтную терапию, и даже у беременных женщин [12,23]. Наличие стриктур мочеточника также не являются противопоказанием для проведения ретроградной контактной уретеролитотрипсии, поскольку в процессе проведения операции в большинстве случаев возможно успешное бужирование или рассечение суженного мочеточника. Кроме того, эффективность данного метода не зависит от конституции пациента и

может эффективно проводиться даже у пациентов с морбидным ожирением [17].

Недостатками метода являются хотя и малая, но инвазивность, а также необходимость применения анестезиологического пособия [17]. При проведении контактной уретеролитотрипсии могут возникать технические трудности, связанные с наличием точечного устья мочеточника, аномалий пузырно-мочеточникового сегмента, стриктуры уретры и выраженной гиперплазии предстательной железы [24]. Основными факторами, ограничивающими применение трансуретральной контактной уретеролитотрипсии, являются узость и деформации мочеточника, предопределяющие невозможность проведения инструмента до уровня обструкции [25].

Среди осложнений данного метода наиболее значимыми являются: миграция камня или его фрагментов, перфорация мочеточника эндоскопом, развитие острого обструктивного и рефлюкс-пиелонефрита, а также стриктуры мочеточника [1,26]. Развитие стриктуры мочеточника является единственным отдаленным осложнением контактной литотрипсии, возникающим в 1% случаев. Существует прямая зависимость между частотой развития осложнений, применяемыми приборами и квалификацией уролога [17].

В зависимости от вида энергии, используемой для разрушения камня, выделяют: ультразвуковую, пневматическую, электрогидравлическую, электроимпульсную и лазерную контактную литотрипсию [27,10,2,28,17].

Пневматическая литотрипсия позволяет эффективно и безопасно разрушать конкременты [29]. Принцип действия данного метода основан на передаче давления воздуха на металлический стержень. Посылаемые импульсы заставляют металлический цилиндр ударять по стержню, расположенному напротив камня [17]. Бесспорными преимуществами данного метода является высокая эффективность [30]. Ее отличает простота в работе и относительно низкая стоимость [31]. Однако, поскольку метод имеет ограниченное применение с гибкими эндоскопами, его возможности в дроблении камней, локализующихся в проксимальных отделах мочевыводящих путей, ограничены [30,32]. В ряде случаев при выполнении пневматической контактной уретеролитотрипсии требуется фиксация камня, что осложняет проведение операции. Кроме того, данный метод сопряжен с риском повреждения мягких тканей камнем вследствие баллистического усилия литотриптера. Существенным недостатком метода является высокая частота ретроградной миграции конкрементов [33], что обуславливает предпочтение урологов применять данный метод преимущественно при конкрементах, локализующихся в нижней трети мочеточника [34].

Ультразвуковой литотриптер представляет собой генератор энергии, источник ультразвука и стержень. Распространяясь по полному металлическому стержню,

ультразвуковые волны создают вибрацию на его кончике. Соприкосновение вибрирующего кончика с поверхностью конкремента приводит к разрушению последнего [17]. Эффективность ультразвуковой литотрипсии в зависимости от локализации конкремента и его химического состава достигает 80-95%. Достоинством метода является возможность одновременного разрушения камня и аспирации его фрагментов благодаря наличию полого зонда. При этом возможности ультразвуковой литотрипсии ограничены при работе с оксалатными и цистиновыми камнями, более того, применение данного метода сопряжено с риском термического и механического повреждения мочеточника [31,35]. При ультразвуковой литотрипсии применяются только ригидные зонды и ригидные эндоскопы. Контактная литотрипсия под действием ультразвуковой энергии требует много времени и в настоящее время сфера применения данного метода ограничивается в основном удалением камней почки [36].

Электроимпульсная контактная литотрипсия также зарекомендовала себя как эффективный и безопасный способ разрушения мочевых камней [37]. В работах показана высокая эффективность метода электроимпульсной контактной литотрипсии (98%), при этом за один сеанс литотрипсии авторам удалось достичь полной деструкции конкрементов, только в 2% случаев дезинтеграция оказалась частичной. Частота осложнений данного метода составляет не более 5% [28]. При этом, в отличие от пневматической контактной литотрипсии, эффективность которой зависит от локализации конкрементов в мочеточнике и является более высокой при камнях нижней и средней трети мочеточника, электроимпульсная контактная литотрипсия одинаково эффективна при любой локализации конкремента. По частоте осложнений данный вид контактной литотрипсии сопоставим с лазерной и пневматической литотрипсиями.

Электрогидравлический литотриптер состоит из зонда, импульсного генератора и ножной педали. В основе электрогидравлической литотрипсии лежит передача электрического разряда на зонд, на кончике которого возникает искра. В пространстве, окружающем кончик зонда, образующееся тепло формирует ударную волну, которая распространяется во всех направлениях. Данный метод является мощным средством дробления конкрементов вне зависимости от их состава [17]. Электрогидравлические литотриптеры снабжены гибкими зондами, которые можно вводить через рабочие каналы современных гибких эндоскопов и дробить конкременты, локализующиеся в любом отделе мочевыводящей системы [2]. Возможность применения метода как с ригидными, так и с гибкими эндоскопами существенно расширяет сферу их применения в практической урологии. Данный метод признан высокоэффективным, однако его применение вызывает много осложнений, поскольку для эффективного дробления конкрементов

требуется высокая энергия ударной волны и большое количество импульсов, что небезопасно для стенки мочевых путей [38].

Таким образом, ретроградная контактная уретеролитотрипсия является уникальным методом дробления камней мочеточника, позволяющим избежать оперативных вмешательств и достичь высоких результатов лечения. Различные виды энергии, применяемые для проведения контактной уретеролитотрипсии, обладают определенными преимуществами, но в ряде случаев имеют существенные недостатки. Высокая частота ретроградной миграции конкремента, а также зависимость результатов лечения от локализации конкремента, его химического состава при применении пневматической контактной уретеролитотрипсии, возможность применения ряда методик только с ригидными эндоскопами, высокая частота серьезных осложнений при электрогидравлической контактной уретеролитотрипсии – все это существенно ограничивает широкое применение этих методов в практической урологии.

На сегодняшний день наибольшее признание и популярность приобретает *лазерная контактная литотрипсия*, которая ввиду высокой эффективности становится ведущей в лечении уретеролитиаза [39]. Поскольку лазерная контактная уретеролитотрипсия практически лишена недостатков, характерных для ранее предложенных методов, ее применение вызывает интерес ученых всего мира.

Тем не менее, лазерные технологии не лишены недостатков. Данная методика более затратна по сравнению с другими методами. Также сообщается о наличии опасности лазерного излучения для окружающего персонала и возможность повреждения дорогостоящих гибких эндоскопов за счет поломки лазерного волокна в изогнутом инструменте [38]. По данным литературы недостатками метода является риск интраоперационного повреждения мочеточника при повышении параметров мощности и частоты лазерного излучения. Эксплуатация лазерных литотриптеров требует применения специальных средств защиты медицинского персонала. Также ограничением широкого применения лазерной контактной литотрипсии является высокая стоимость оборудования [31].

В значительной степени эффективность лечения и риск развития осложнений связан с видом лазерного литотриптера. В течение последних лет разработаны новые более современные устройства с различными техническими параметрами и опыт их применения свидетельствует о прогрессивном возрастании эффективности лазерной литотрипсии при лечении больным с камнями мочеточников.

Все первоначальные средства дробления камней (импульсный лазер на красителях, лазер на алюмоиттриевым гранате с модулятором и александритовый лазер) разбивали их на части за счет создания

ударной волны, при этом камень разбивался на фрагменты вдоль линии разлома.

Длина волны *александритового лазера* составляет 755 нм. Выходная энергия – 0,03-0,08 Дж и длительность импульса – 150-800 нс. Александритовый лазер действует аналогично импульсным лазерам путем генерации ударных волн. Данный вид лазера лучше разрушает темные мочевые камни, поскольку светлые конкременты слабо поглощают фотоны с этой длиной волны. Литотрипсия с применением александритового лазера считается безопасным, однако несовершенство светодиодов снижает его мощность и эффективность. В последнее время александритовый лазер используется крайне редко [40].

Неодимовый лазер сочетает в себе твердотельный лазер и лазер на основе пигментов. Он испускает импульсы всего в 1 микросекунду и сразу на двух длинах волн – 0,54 и 1,08 мкм. Благодаря тому, что эти длины практически не поглощаются мягкими тканями организма, данный вид энергии не представляет опасности для окружающих мягких тканей [41]. Под визуальным эндоскопическим контролем излучение по гибкому волоконному световоду подводится непосредственно к камню. Фрагментация конкремента осуществляется ударными волнами, генерируемыми при коллапсе образующихся кавитационных пузырей. По мнению А.А. Прановича и соавт., применение неодимового лазера является наиболее эффективным и щадящим из всех существующих способов контактной литотрипсии [42]. Однако существуют исследования, демонстрирующие неэффективность данного лазера при дроблении цистиновых камней и слабую эффективность при работе с конкрементами, состоящих из моногидрата оксалата кальция. Кроме того, перемещение камней вследствие отдачи было значительно выше [40].

Активное внедрение *гольмиевых лазеров* в практическую урологию стало мощным фактором развития малоинвазивной хирургии в лечении уретеролитиаза [14]. В настоящее время гольмиевая лазерная контактная уретеролитотрипсия является «золотым стандартом» лечения пациентов с камнем мочеочечника [43].

Механизм работы гольмиевого лазера – фототермический, он подразумевает непосредственное поглощение камнем лазерной энергии. Отсутствие сильной волны при применении гольмиевого лазера позволяет избежать явления отдачи. При этом энергии оказывается достаточной для того, чтобы распылить камень и тем самым облегчить его фрагментацию на более мелкие осколки, чем те, которые получают при использовании импульсных лазеров или других устройств [40]. Энергия гольмиевого лазера поглощается камнями любого состава; этот лазер может использоваться для дробления камней всех типов, включая цистиновые камни [18]. Гольмиевый лазер способен дробить все типы камней путем доставки энергии посредством

кварцевых волокон малого диаметра через уретероскопы малого размера. Превращение камней в пыль лазером позволяет эффективно и безопасно удалять камни проксимального отдела мочеочечника размером более 15 мм, без обременительного процесса удаления фрагментов.

Данный метод литотрипсии применяется как с использованием ригидных, так и гибких уретероскопов. Твердые камни в труднодоступных местах могут быть разрушены с помощью тонких, легко отклоняющихся световодов, диаметр которых составляет всего 200 мкм [40]. При условии малой мощности излучения гольмиевый лазер обладает меньшим эффектом перемещения фрагментов и отдачи, чем неодимовый лазер [40]. Одним из достоинств гольмиевого лазера является безопасность его излучения для зрения. Кроме того, тип защиты для глаз, используемый при применении гольмиевого лазера, не изменяет восприятие цвета [40]. Применение гольмиевого лазера в лечении уретеролитиаза позволяет значительно снизить риски интра- и послеоперационных осложнений и тем самым обеспечить более благоприятное течение послеоперационного периода [10]. Лазерная литотрипсия с применением гольмиевого лазера крайне редко сопровождается развитием осложнений, их частота не превышает 1% [45].

Однако, несмотря на множество преимуществ контактной литотрипсии с применением гольмиевого лазера, недостатками метода является риск повреждения окружающих мягких тканей вследствие относительно большой глубины проникновения данного излучения, составляющей около 100 мкм. Несмотря на то, что по сравнению с предыдущими моделями лазеров, гольмиевый обладает меньшей ретропульсией, он, к сожалению, не лишен данного недостатка. Также недостатками метода являются массивность и высокая стоимость оборудования [26].

В последнее время стали появляться сообщения о возможности применения в урологической практике *тулиевых волоконных лазеров* в качестве потенциальной альтернативы гольмиевому лазеру [46,47]. Длина волны тулиевого лазера более близка к пику поглощения для воды, чем длина волны гольмиевого лазера, что приводит к снижению порога абляции и более высокой частоте абляции [47,48]. Излучение с длиной волны 1,94 мкм имеет малую глубину поглощения в мягких тканях (примерно 15 мкм), что позволяет уменьшить риск повреждения окружающих здоровых тканей при проведении литотрипсии [49].

Тулиевый волоконный лазер позволяет использовать диаметры сердечников волокна менее 200 мкм, вплоть до 50 мкм, не опасаясь повреждения проксимального волокна [49]. Это уменьшение поперечного сечения волокна также позволяет увеличить гибкость уретероскопа и скорость орошения ирригационным раствором через рабочий канал, что в свою очередь поз-

воляет уменьшить время для проведения операции, повысить безопасность пациентов и снизить вероятность повреждения уретероскопа [47]. Эта характеристика имеет очень большую клиническую важность, позволяющую увеличить объем ирригации через рабочий канал во время уретероскопии и, следовательно, улучшает видимость во время проведения вмешательства.

Несмотря на то, что гольмиевый лазер может работать при высоком ритме энергетических импульсов, его эффективность ограничена сравнительно низкой частотой следования импульсов во время литотрипсии [50]. Параметры тулиевого лазера (например, длительность импульса, частота импульса и рабочий цикл) более регулируемы, что обеспечивает более эффективное удаление камней при меньшей ретропульсии и риска повреждения окружающих тканей [46]. В исследовании L.A. Hardy и соавт. продемонстрировано, что тулиевый волоконный лазер быстро фрагментирует камни с уменьшенной ретропульсией [44]. Каменная ретропульсия является распространенной проблемой с клинической значимостью. Это явление может приводить к увеличению времени операции и снижению аблационной эффективности [50].

По данным отечественных авторов излучение волоконных лазерных аппаратов с длиной волны 1,94 мкм позволяет фрагментировать камни на частицы размером менее 1 мм, что является бесспорным преимуществом данного вида энергии. Это связано с тем, что энергия импульсов излучения волоконных лазерных аппаратов меньше энергии импульсов излучения лазерных аппаратов на алюмо-иттриевом гранате, поэтому при воздействии импульсно-периодическим излучением волоконных лазерных аппаратов получается меньшая величина смещения камня под действием реактивной (ударной) силы. Уменьшение величины смещения конкремента дает возможность осуществлять точное попадание в камни небольшого размера и дробить их на более мелкие фрагменты. Излучение 1,94 мкм с пассивной модуляцией добротности за счет увеличения пиковой мощности и частоты следования импульсов излучения по-

зволяют получить еще большую скорость фрагментации камней по сравнению с излучением волоконных лазеров той же длины волны, импульсно-периодический режим которых получен путем модуляции тока накачки. Кроме того, короткая длительность импульсов излучения (около 100 нс) может позволить минимизировать риск повреждения мягких окружающих тканей. На основании исследования сравнения результатов фрагментации камней излучением твердотельного лазера с длиной волны 2,09 мкм и излучением волоконных лазеров с длиной волны 1,94 мкм, авторы утверждают, что волоконные лазерные аппараты с длиной волны излучения 1,94 мкм могут быть использованы как альтернативный инструмент уролога для проведения контактной лазерной хирургии [49]. Волоконные лазерные аппараты имеют небольшую массу и габариты за счет того, что в них нет систем зеркал и громоздкой системы охлаждения. Их невысокая стоимость обуславливает возможность широкого применения в лечебных учреждениях различного уровня, что позволяет повысить доступность высококвалифицированной помощи пациентам, страдающим уrolитиазом и улучшить их качество жизни [49].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в настоящее время ретроградная контактная уретеролитотрипсия является наиболее эффективным малоинвазивным методом удаления клинически значимых камней мочеочечника. Выбор оптимальной энергии для дезинтеграции камня мочеочечника зависит от оснащенности медицинского учреждения и предпочтения оперирующего уролога. Золотым стандартом в уретеролитотрипсии на сегодняшний день является гольмиевый лазер, однако последние сообщения и публикации говорят о высокой эффективности и безопасности тулиевого волоконного лазера. Данный метод контактной уретеролитотрипсии ввиду безопасности, высокой мощности при отсутствии ретропульсии, а также низкой стоимости оборудования может стать надежным и высокоэффективным способом лечения пациентов с уретеролитиазом. ■

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Годлевский В.К., Миллер А.М. Лазерная контактная литотрипсия в лечении уrolитиаза. *Здравоохранение Дальнего Востока* 2010;45(3):49-51. [Godlevskiy V.K., Miller A.M. Laser endoscopic lithotripsy in treatment of urolithiasis. *Zdravookhraneniye Dal'nego Vostoka = Health Care Far East* 2010;45(3):49-51. (In Russian)].
2. Мартов А.Г., Ергаков Д.В. Достижения современной эндоурологии. Материалы XII съезда Российского общества урологов. М., 2012. С. 417-426. [Martov A.G., Ergakov D.V. Achievements of modern endourology. Materials of the XII Congress of the Russian Society of Urology. M., 2012. P. 417-426 (In Russian)].
3. Хван В.К., Трусов П.В. Влияние длительности калькулезной обструкции мочеочечника на эффективность лазерной контактной уретеролитотрипсии. *Экспериментальная и клиническая урология* 2014;(3):40-43. [Hwan V.K., Trusov P.V. Influence of duration of upper urinary tract calculi obstruction on the efficiency of laser contact ureterolithotripsy. *Eksperimental'naya i klinicheskaya urologiya = Experimental and Clinical Urology* 2014;(3):40-43. (In Russian)].
4. Чехонацкая М.Л., Россоловский А.Н., Бобылев Д.А., Емельянова Н.В. Возможности компьютерной томографии в прогнозировании результатов дистанционной ударно-волновой литотрипсии. *Медицинский вестник Башкортостана* 2015;10(3):240-243. [Chekhonatskaya M.L., Rossolovsky A.N., Bobylev D.A., Emelyanova N.V. Possibilities of computed tomography in predicting the results of extracorporeal shock wave lithotripsy. *Meditsinskiy vestnik Bashkortostana = Bashkortostan Medical Bulletin* 2015;10(3):240-243. (In Russian)].
5. Аль-Шукри С.Х., Ткачук В.Н. Урология: учебник. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 480 с. [Al-Shukri S.Kh., Tkachuk V.N. Urology: a textbook. M.: GEOTAR-Media, 2012. 480 p. (In Russian)].
6. Крючков И.А., Чехонацкая М.Л., Россоловский А.Н., Бобылев Д.А. Моче-

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- каменная болезнь: этиология и диагностика (обзор литературы). *Бюллетень медицинских Интернет-конференций* 2017;7(2): 517-522. [Kryuchkov I.A., Chekhonatskaya M.L., Rossolovsky A.N., Bobylev D.A. Urolithiasis: etiology and diagnosis (literature review). *Byulleten' meditsinskikh Internet-konferentsiy Byulleten' meditsinskikh Internet-konferentsiy = Bulletin of Medical Internet Conferences* 2017;7(2): 517-522. (In Russian)].
7. Лесовой, В.Н. Яковцова И.И., Данилюк С.В., Стецишин Р.В. Морфофункциональное состояние стенки мочеточника при экспериментальном моделировании уретеролитиаза. *Урология* 2017;21(1-80):22-27. [Yakovtsova I.I., Stetsyshyn R.V., Danilyuk S.V. Morphofunctional and immunohistochemical changes of the ureter wall in the experimental model of urolithiasis. *Urologiya = Urology* 2017;21(1-80):22-27. (In Russian)].
8. Rabani S, Moosavizadeh A. Management of large proximal ureteral stones: a comparative clinical trial between transureteral lithotripsy (TUL) and shock wave lithotripsy (SWL). *Nephrourol Mon* 2012;4 (3):556-559. doi: 10.5812/numonthly.3936.
9. Сольх Р.М., Андрухин М.И., Макаров О.В., Федченко В.В. Улучшение результатов лечения больных с конкрементами мочеточника после контактной уретеролитотрипсии. *Исследования и практика в медицине* 2017;4(2):8-12. [Solh R.M., Andrukhin M.I., Makarov O.V., Fedchenkov V.V. Improving the results of treatment of patients with ureteral concretions after contact ureterolithotripsy. *Issledovaniya i praktika v meditsine = Research and practice in medicine* 2017;4(2):8-12. (In Russian)].
10. Коган М.И., Белоусов И.И., Хван В.К., Трусов П.В. Результаты лечения пациентов с камнем мочеточника, перенесших контактную уретеролитотрипсию различными видами энергии. *Вестник урологии* 2013;(1):54-60. [Kogan M.I., Belousov I.I., Hwang V.K., Trusov P.V. Results of ureteral stone treatment using contact ureterolithotripsy with different energy type. *Vestnik urologii = Bulletin of Urology* 2013;(1):54-60. (In Russian)].
11. Basiri A, Simforoosh N, Ziaee A, Shayaninasab H, Moghaddam SM, Zare S. Retrograde, antegrade, and laparoscopic approaches for the management of large, proximal ureteral stones: a randomized clinical trial. *J Endourol* 2008;22(12):2677-2680. doi: 10.1089/end.2008.0095.
12. Бощенко В.С., Гудков А.В. Современные возможности ретроградной контактной литотрипсии при лечении мочекаменной болезни. *Сибирский медицинский журнал* 2013;(5):31-35. [Boshchenko Vyacheslav S., Gudkov Aleksandr V. Up-to-date potential of retrograde contact lithotripsy in treatment of urolithiasis. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal = Siberian Medical Journal* 2013;(5):31-35. (In Russian)].
13. Павлов В.Н., Пушкарев А.М., Хамидуллин К.Р., Ракипов И.Г., Хамидулина З.З., Агавердиев М.А., и др. Сравнительный анализ микробного спектра мочи и конкрементов у пациентов с рецидивным нефролитиазом после проведения хирургического лечения. *Медицинский вестник Башкортостана* 2015;10(3):99-103. [Pavlov V.N., Pushkarev A.M., Khamidullin K.R., Rakipov I.G., Khamidullina Z.Z., Agaverdiev M.A., et al. Comparative analysis of the microbial spectrum of urine and concretions in patients with recurrent nephrolithiasis after surgical treatment. *Meditsinskiy vestnik Bashkortostana = Bashkortostan Medical Bulletin* 2015;10(3):99-103. (In Russian)].
14. Яненко Э.К., Меринов Д.С., Константинова О.В., Епишев В.А., Калиниченко Д.Н. Современные тенденции в эпидемиологии, диагностике и лечении мочекаменной болезни. *Экспериментальная и клиническая урология* 2012;(3): 19-24. [Yanenko E.K., Merinov D.S., Konstantinova O.V., Epishev V.A., Kalinichenko D.N. Modern trends in epidemiology, diagnostic and treatment of urolithiasis. *Eksperimental'naya i klinicheskaya urologiya = Experimental and Clinical Urology* 2012;(3): 19-24. (In Russian)].
15. Arcaniolo D, De Sio M, Rassweiler J, Nicholas J, Lima E, Carrieri G, et al. Emergent versus delayed lithotripsy for obstructing ureteral stones: a cumulative analysis of comparative studies. *Urolithiasis* 2017;45 (6):563-572. doi: 10.1007/s00240-017-0960-7.
16. Борисов В.В., Дзеранов Н.К. Мочекаменная болезнь. Терапия больных камнями почек и мочеточников. М., 2013. 88 с. [Borisov V.V., Dzeranov N.K. Urolithiasis disease. Therapy of patients with kidney and ureter stones. М., 2013. 88 p. (In Russian)].
17. Шевырин А.А., Стрельников А.И., Соломатников И.А. Современные представления о лечении мочекаменной болезни. *Лечение и профилактика* 2013;3(7):74-84. [Shevyurin A.A., Strelnikov A.I., Solomatnikov I.A. The actual notions about treatment of urolithiasis. *Lecheniye i profilaktika = Treatment and prevention* 2013;3(7):74-84. (In Russian)].
18. Комяков В.К. Урология. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 152 с. [Komyakov V.K. Urology. М.: GEOTAR-Media, 2012. 152 p. (In Russian)].
19. Сляжкина С.Н., Санников П.Г., Спиридонова В.В., Хусаинова М.Х., Тимербаева А.Р. Контактная литотрипсия – значимая альтернатива открытому оперативному вмешательству в лечении мочекаменной болезни. *Actualscience* 2017;3(3):55-56. [Stjazhkina S.N., Sannikov P.G., Spiridonova V.V., Khusainova M.H., Timerbaeva A.R. Contact lithotripsy is a significant alternative to open surgical intervention in the disease of urolithiasis. *Actualscience* 2017;3(3):55-56. (In Russian)].
20. Binbay M, Tepeler A, Singh A, Akman T, Tekinaslan E, Sarilar O, et al. Evaluation of pneumatic versus holmium: YAG laser lithotripsy for impacted ureteral. *Int. Urol. Nephrol* 2011;43(4):989-995. doi: 10.1007/s11255-011-9951-8.
21. Pradère B, Doizi S, Proietti S, Brachlow J, Traxer O. Evaluation of Guidelines for Surgical Management of Urolithiasis. *J Urol* 2018;199(5):1267-1271. doi: 10.1016/j.juro.2017.11.111.
22. Kurahashi T, Miyake H, Oka N, Shinozaki M, Takenaka A, Hara I, Fujisawa M. Clinical outcome of ureteroscopic lithotripsy for 2,129 patients with ureteral stones. *Urol Res* 2007;35(3):149-153. doi: 10.1007/s00240-007-0095-3.
23. Turna B, Stein RJ, Smaldone MC, Santos BR, Kefer JC, Jackman SV, et al. Safety and efficacy of flexible ureterorenoscopy and holmium: YAG lithotripsy for intrarenal stones in anticoagulated cases. *J Urol* 2008;179(4):1415-1419. doi: 10.1016/j.juro.2007.11.076.
24. Тагиров Н.С., Назаров Т.Х., Васильев А.Г., Лихтшангоф А.З., Лазоренко И.Б. и др. Опыт применения чрескожной нефролитотрипсии и контактной уретеролитотрипсии в комплексном лечении мочекаменной болезни. *Профилактическая и клиническая медицина* 2012;(4): 30-33. [Tagirov N.S., Nazarov T.H., Vasilev A.G., Lihtshangof A.Z., Lazarenko I.B. et al. The experience of using percutaneous nephrolithotripsy and contact ureterolithotripsy in the complex treatment of urolithiasis. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina = Preventive and clinical medicine* 2012;(4): 30-33. (In Russian)].
25. Khairy-Salem H, el-Ghoneimy M, el-Atrebi M. Semirigid ureteroscopy in management of large proximal ureteral calculi: is there still a role in developing countries? *Urology* 2011;77(5):1064-1068. doi: 10.1016/j.urology.2010.08.067.
26. Зезелева И.И. Лазерная контактная литотрипсия в лечении камней верхней трети мочеточника. *Бюллетень медицинских интернет-конференций* 2014;4(5):781. [Zezeleva I.I. Laser contact lithotripsy in the treatment of stones in the upper third of the ureter. *Byulleten' meditsinskikh internet-konferentsiy = Medical Internet Conference Bulletin* 2014;4(5):781. (In Russian)].
27. Капсаргин Ф.П., Дябкин Е.В., Бережной А.Г. Современные подходы хирургического лечения мочекаменной болезни. *Новости хирургии* 2013;21(5):101-106. [Kapsargin F.P., Dyabkin E.V., Berezhnoy A.G. Modern approaches to the surgical treatment of urolithiasis. *Novosti khirurgii = Surgery News* 2013; 21 (5): 101-106. (In Russian)].
28. Дутов В.В., Румянцев А.А., Беляев В.В., Саакян А.А., Беляев Д.В. Трансуретральная контактная электроимпульсная уретропиелолитотрипсия. *Саратовский научно-медицинский журнал* 2011;7(S2):158-161. [Dutov V.V., Rumyantsev A.A., Belyaev V.V., Sahakyan A.A., Belyaev D.V. Transurethral contact electroimpulsive urethropielolithotripsy. *Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal = Saratov Journal of Medical Scientific Research* 2011; 7 (S2): 158-161. (In Russian)].
29. Мартов А.Г., Гордиенко А.Ю., Ергаков Д.В., Борисик А.В. Лечение крупных камней верхней трети мочеточника с помощью трансуретральной контактной пневматической уретеролитотрипсии. *Вестник Российского научного центра рентгенорадиологии Минздрава России* 2011;(11):144-154. [Martov A., Gordienko A., Ergakov D., Borisik A. Transurethral pneumatic ureterolithotripsy for treatment large proximal ureteral stones. *Vestnik Rossiyskogo nauchnogo tsentra rentgenoradiologii Minzdrava Rossii = Bulletin of the Russian Scientific Center of X-ray Radiology of the Ministry of Health of Russia* 2011;(11):144-154. (In Russian)].
30. Ибадильдинов Е.С., Жунусов С.А. К вопросу о медико-экономической эффективности лечения уретеролитиаза методами контактной уретеролитотрипсии. *Знание* 2016;11-3(40):16-21. [Ibadildinov Y.S., Zhunusov S.A. To the question of medico-economic efficiency of treatment of ureterolithiasis methods contact ureterolithotripsy. *Znaniye = Knowledge* 2016; 11-3 (40): 16-21. (In Russian)].
31. Попков В.М., Фомкин Р.Н., Понукалин А.Н., Блюмберг Б.И. Современные аспекты лечения уретеролитиаза. Краткая история возникновения и развития контактной литотрипсии. *Саратовский научно-медицинский журнал* 2011;7(S2):66-70. [Popkov V.M., Fomkin R.N., Ponukalin A.N., Blumberg B.I.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Modern aspects of the treatment of ureterolithiasis. A brief history of the occurrence and development of contact lithotripsy. *Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal = Saratov Journal of Medical Scientific Research* 2011;7 (S2): 66-70. (In Russian)].
32. Урология. Российские клинические рекомендации [под ред. Ю.Г. Аляева, П.В. Глыбочко, Д.Ю. Пушкар]. М.: «ГЭОТАР-Медиа». 2016. 496 с. [Urology. Russian guideline [Edit. YU. G. Alyaev, P.V. Glybochko, D.Yu. Pushkar]. M.: «ГЭОТАР-Медиа» 2016. 496 p. (In Russian)].
33. Кочив Д.Г., Нарышкин С.А., Теодорович О.В., Щербаков И.А. Методы и технологии фотоники в эндохирургии. *Оптика и спектроскопия* 2015;119(3):424-429. [Kochiev D.G., Naryshkin S.A., Teodorovich O.V., Shcherbakov I.A. Methods and technologies of photonics in endosurgery. *Optika i spektroskopiya = Optics and Spectroscopy* 2015;119(3):424-429. (In Russian)].
34. Blackmon RL, Irby PB, Fried NM. Thulium fiber laser lithotripsy using tapered fibers. *Lasers Surg Med* 2010;42(1):45-50. doi: 10.1002/lsm.20883.
35. Тиктинский О.Л., Александров В.П. Мочекаменная болезнь. СПб.: Питер, 2000. 384 с. [Tiktinsky O.L., Alexandrov V.P. Urolithiasis disease. St. Petersburg: Peter, 2000. 384 p. (in Russian)].
36. Мартов А.Г., Гордиенко А.Ю., Москаленко С.А., Пенюкова И.В. Дистанционная и контактная уретеролитотрипсия в лечении крупных камней верхней трети мочеточника. *Экспериментальная и клиническая урология* 2013;(2):82-85. [Martov A.G., Gordienko A.Yu., Moskalenko S.A., Penukova I.V. Extracorporeal and contact ureterolithotripsy in the treatment of big stones in upper third of the ureter. *Ekspierimental'naya i klinicheskaya urologiya = Experimental and Clinical Urology* 2013;(2):82-85. (In Russian)].
37. Гудков А.В., Бощенко В.С., Арсеньев А.В., Недосеков В.В., Афонин В.Я. Контактное электроимпульсное воздействие на стенку мочеточника и мочевого пузыря половозрелых собак: морфологическое проспективное исследование в течение 1 года. *Урология* 2012;(2):70-75. [Gudkov A.V., Boschenko V.S., Arseniev A.V., Nedosekov V.V., Afonin V.Ya. A contact electroimpulse impact on the ureteral and bladder wall of mature dogs: a 1-year results of a morphological prospective study. *Urologiya = Urology* 2012;(2):70-75. (In Russian)].
38. Мартов А.Г., Гудков А.В., Диамант В.М., Чеповецкий Г.И., Лернер М.И. Сравнительное исследование эффективности электроимпульсного и электрогидравлического литотриптеров in-vitro. *Экспериментальная и клиническая урология* 2013;(4):90-96. [Martov A.G., Gudkov A.V., Diamant V.M., Chepovetskiy G.I., Lerner M.I. Comparative study of the efficacy of the electroimpulse and electrohydraulic lithotripters in vitro. *Ekspierimental'naya i klinicheskaya urologiya = Experimental and Clinical Urology* 2013;(4):90-96. (In Russian)].
39. Монолов Н.К., Акылбек С., Сеитов Э.О. Сравнительный анализ зеленого лазера и пневматической литотрипсии в лечении уретеролитиаза. *Вестник КГМА им. И.К. Ахунбаева* 2015;(2):92-96. [Monolov N.K., Akylbek S., Seitov E.O. Comparative analysis of green laser and pneumatic lithotripsy in the treatment of ureterolithiasis. *Vestnik KGMA im. I.K. Akhumbayeva = Bulletin of the KSMA named after I.K. Akhumbayev* 2015; (2): 92-96. (In Russian)].
40. Merseburger A.S., Herrmann T.R., Liatsikos E., Nagele U., Traxer O. Лазеры и лазерные технологии. [перевод Ю.С. Сиромолот]. 2011. 59 с. [Merseburger A.S., Herrmann T.R., Liatsikos E., Nagele U., Traxer O. Lasers and laser technologies. [Transl. Yu.S. Siromolot]. 2011. 59 p. (In Russian)].
41. Филиппович В.А., Якимович Г.Г., Войтехович А.И. Результаты контактной лазерной литотрипсии при мочекаменной болезни. В сборнике: Актуальные проблемы медицины. *Материалы ежегодной итоговой научно-практической конференции*. 2017. С. 921-925. [Filippovich V.A., Yakimovich G.G., Voitekovich A.I. The results of contact laser lithotripsy for urolithiasis. In the collection: Actual problems of medicine. *Materials of the annual final scientific-practical conference*. 2017. P. 921-925. (in Russian)].
42. Пранович А.А., Шуринюк Н.М., Симченко Н.И. Контактная литотрипсия неодимовым лазером в лечении мочекаменной болезни. *Новости хирургии* 2008;16(2): 98-101. [Pranovich A.A., Shurinyuk N.M., Simchenko N.I. Contact lithotripsy with a neodymium laser in the treatment of urolithiasis. *Novosti khirurgii = Surgery News* 2008;16 (2): 98-101. (in Russian)].
43. Каприн А.Д., Иваненко К.В., Иванов С.А. Контактная уретеролитотрипсия гольмиевым лазером «Medilas H» фирмы «Dornier». *Урология* 2003;(5):43-45. [Kaprin A.D., Ivanenko K.V., Ivanov S.A. Contact ureterolithotripsy by Ho laser «Medilas H» («Dornier»). *Urologiya = Urology* 2003;(5):43-45. (in Russian)].
44. Hardy LA, Wilson CR, Irby PB, Fried NM. Thulium fiber laser lithotripsy in an in vitro ureter model. *J Biomed Opt* 2014;19(12):128001. doi: 10.1117/1.JBO.19.12.128001.
45. Gerber GS, Acharya SS. Management of ureteral calculi. *J Endourol* 2010;24(6):953-954. doi: 10.1089/end.2009.0683.
46. Blackmon RL, Irby PB, Fried NM. Comparison of holmium: YAG and thulium fiber laser lithotripsy: ablation thresholds, ablation rates, and retropulsion effects. *J Biomed Opt* 2011;16(7):071403. doi: 10.1117/1.3564884.
47. Blackmon RL, Case JR, Trammell SR, Irby PB, Fried NM. Fiber-optic manipulation of urinary stone phantoms using holmium: YAG and thulium fiber lasers. *J Biomed Opt* 2013;18(2):28001. doi: 10.1117/1.JBO.18.2.028001.
48. Hutchens TC, Gonzalez DA, Irby PB, Fried NM. Fiber optic muzzle brake tip for reducing fiber burnback and stone retropulsion during thulium fiber laser lithotripsy. *J Biomed Opt* 2017;22 (1):018001. doi: 10.1117/1.JBO.22.1.018001.
49. Замятина В.А., Винниченко А.В., Минаев В.П., Ларин С.В. О возможности применения импульсных волоконных лазеров с длиной волны излучения 1,94 мкм для лазерной литотрипсии. *Радиооптика. МГТУ им. Н.Э. Баумана*. 2015;(04):20-35. doi: 10.7463/rdopt.0415.0799055. [Zamyatina V.A., Vinnichenko A.V., Minaev V.P., Larin S.V. On the possibility of using pulsed fiber lasers with a wavelength of 1.94 μm for laser lithotripsy. *Radiooptika. MG TU im. N.E. Bauman = Radiooptics of the Bauman MSTU* 2015;(04):20-35. doi: 10.7463/rdopt.0415.0799055. (In Russian)].
50. Kamal W, Kallidomis P, Koukiou G, Amanatides L, Panagopoulos V, Ntasiotis P, et al. Stone retropulsion with Ho:YAG and Tm:YAG Lasers: a clinical practice-oriented experimental study. *J Endourol* 2016;30(11):1145-1149. doi: 10.1089/end.2016.0212.

Сведения об авторах:

Гусейнов М.А. – врач-уролог, аспирант кафедры урологии и андрологии института последипломного профессионального образования ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, dr.Guseynov@yandex.ru

Guseynov M.A. – urologist, postgraduate student of urology and andrology department of the Institute of Post-Graduate Professional Education Burnasyan FMBC of FMBA of Russia, dr.Guseynov@yandex.ru

Мартов А.Г. – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой урологии и андрологии института последипломного профессионального образования ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России; заведующий отделением урологии ГБУЗ ГКБ им. Д.Д. Плетнёва ДЗМ, martovalex@mail.ru AuthorID 788667

Martov A.G. – Dr.Sc., Professor, Chief Department of urology and andrology FSBI, Hematological Scientific Center, Federal Medical Biophysical Center named after A.I. Burnazyan FMBA; Chief Department of urology City Clinical Hospital named after D.D. Pletnev, martovalex@mail.ru

Андронов А.С. – к.м.н., врач-уролог, отделение урологии ГБУЗ ГКБ им. Д.Д. Плетнева. Ассистент кафедры урологии и андрологии института последипломного профессионального образования ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, dr.andronov@mail.ru

Andronov A.S. – PhD, urologist, City Clinical Hospital named after D.D. Pletnev MDH. dr.andronov@mail.ru .

Вклад авторов:

Гусейнов М.А. – литературный обзор, написание статьи, 30%

Мартов А.Г. – разработка дизайна исследования, 40%

Андронов А.С. – определение аспектов, представляющих наибольший научный и практический интерес, 30%

Authors' contributions:

Guseynov M.A. – literary review, article writing, 30%

Martov A.G. – development of research design, 40%

Andronov A.S. – determination of aspects of the greatest scientific and practical interest, 30%

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Финансирование: Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Статья поступила: 25.12.19

Received: 25.12.19

Принята к публикации: 15.01.20

Accepted for publication: 15.01.20