

Д.Ю. Пушкарь, К.Б. Колонтарев, А.В. Говоров, Н.Б. Забродина

ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕЧЕНИИ ДОБРОКАЧЕСТВЕННОЙ ГИПЕРПЛАЗИИ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Методические рекомендации № 40

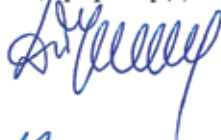


100 лет

ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ
Департамент здравоохранения города Москвы

СОГЛАСОВАНО

Главный внештатный
специалист-уролог
Департамента здравоохранения
города Москвы
д.м.н., профессор Д.Ю. Пушкарь



«10» июня 2019 года

РЕКОМЕНДОВАНО

Экспертным советом по науке
Департамента здравоохранения
города Москвы *~ 7*



«14» июня 2019 года

Лазерные технологии в лечении доброкачественной гиперплазии предстательной железы
Учебно-методические рекомендации *540*

УДК 616.65-006-085

ББК 56.9

Л175

Учреждения-разработчики: Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Городская клиническая больница им. С.И. Спасокукоцкого» Департамента здравоохранения города Москвы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Составители: доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой урологии МГМСУ им. А.И. Евдокимова, главный внештатный специалист-уролог Министерства здравоохранения Российской Федерации и Департамента здравоохранения города Москвы Пушкарь Дмитрий Юрьевич; доктор медицинских наук, профессор Колонтарев Константин Борисович; доктор медицинских наук, профессор Говоров Александр Викторович, доктор медицинских наук, профессор Забродина Наталья Борисовна.

Рецензенты: Котов С.В., доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой урологии и андрологии, руководитель университетской клиники урологии ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России; Зингеренко М.Б., доктор медицинских наук, заведующий урологическим отделением ГБУЗ МКНЦ им. А.С. Логинова ДЗМ.

В данных учебно-методических рекомендациях подробно описаны механизмы действия лазеров, особенности применения разных лазерных хирургических систем, отличающихся видами используемой лазерной энергии, в лечении доброкачественной гиперплазии предстательной железы, а также их преимущества и недостатки.

Учебно-методические рекомендации адресованы врачам-урологам, аспирантам и ординаторам, обучающимся по специальности «урология», студентам старших курсов медицинских вузов.

Данный документ является собственностью Департамента здравоохранения города Москвы и не подлежит тиражированию и распространению без соответствующего разрешения.

Авторы несут персональную ответственность за данные, представленные в учебно-методических рекомендациях.

© Пушкарь Д.Ю., Колонтарев К.Б., Говоров А.В., Забродина Н.Б., 2019

© ООО «Издательский дом «АБВ-пресс», 2019

ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕЧЕНИИ ДОБРОКАЧЕСТВЕННОЙ ГИПЕРПЛАЗИИ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Учебно-методические рекомендации № 40

Москва 2019

Оглавление

| | |
|---|----|
| Список сокращений | 5 |
| Введение | 6 |
| КТП-, LBO-лазеры, GreenLight: фотоселективная вапоризация | 9 |
| Диодный лазер | 12 |
| Nd:YAG-лазер | 14 |
| Гольмиевый лазер | 16 |
| Тулиевый лазер | 21 |
| Заключение | 29 |
| Литература | 30 |

Список сокращений

ДППЖ – доброкачественная гиперплазия предстательной железы

ПЖ – предстательная железа

ТУР – трансуретральная резекция

ФСВ – фотоселективная вапоризация

DiLEP – diode laser enucleation of the prostate (энуклеация предстательной железы с применением диодного лазера)

HoLEP – holmium laser enucleation of the prostate (энуклеация предстательной железы с использованием гольмиевого лазера)

LBO-лазер – lithium triborate laser (лазер на основе трибората лития)

КТР-лазер – potassium-titanyl-phosphate laser (лазер на основе титанилфосфата калия)

Nd:YAG-лазер – neodymium-doped yttrium aluminum garnet laser (лазер на основе алюмоиттриевого граната, легированного ионами неодима)

ThuLEP – thulium laser enucleation of the prostate (энуклеация предстательной железы с использованием тулиевого лазера)

Введение

Доброкачественная гиперплазия предстательной железы (ДГПЖ) – основная причина инфравезикальной обструкции. Оперативное удаление аденомы считается ключевым фактором для устранения обструктивной симптоматики. Однако достаточно высокий уровень осложнений, возникающих при трансуретральной резекции (ТУР) предстательной железы (ПЖ), обуславливает необходимость поиска иного эффективного метода лечения. Как альтернатива ТУР ПЖ рассматривается применение лазерной энергии. Попытки применения и стандартизации лазерных технологий в лечении пациентов с ДГПЖ предпринимались неоднократно начиная с 1990-х годов. Ранние поколения хирургических лазеров использовались для различных аблативных техник. Аблативная техника остается популярной в течение длительного времени благодаря использованию лазерного излучения с длиной волны 532 нм (GreenLight) и излучения тулиевого лазера с длиной волны 2010 нм и мощностью до 200 Вт (это новая, нетравматичная техника). Сегодня, помимо аблативной техники, доступна техника энуклеации. Для нее используются гольмиевые и тулиевые лазеры. В целом ряде рандомизированных исследований доказана эффективность и безопасность энуклеаций с применением тулиевых и гольмиевых лазеров у пациентов с ДГПЖ. В данных учебно-методических рекомендациях описаны типы лазеров, наиболее часто используемые для оперативного лечения ДГПЖ.

«Золотым стандартом» оперативного лечения пациентов с ДГПЖ считается ТУР ПЖ. Несмотря на это, неоспоримым фактом является достаточно высокая частота значимых осложнений, таких как кровотечения и ТУР-синдром. К недостаткам ТУР можно отнести довольно долгий период обучения специалистов. Появление лазерной энергии привело к развитию оперативных технологий, эффективность и безопасность которых вплотную приближается к характеристикам ТУР, а в ряде случаев даже превышает их [1–3]. Среди всех доступных в настоящее время лазерных технологий наибольшее количество публикаций посвящено энуклеации с использованием гольмиевых (holmium laser enucleation of the prostate, HoLEP) и тулиевых лазеров (thulium laser enucleation of the prostate, ThuLEP), а также наиболее современной и оптимальной по клиническим результатам и безопасности вапоризации ПЖ с применением тулиевых лазеров. Кроме этого, в данных учебно-методических рекомендациях описаны диодные лазерные системы с длиной волны 532 нм (на основе титанилфосфата калия (potassium-titanyl-phosphate, KTP) или трибората лития (lithium triborate, LBO)). Nd:YAG-лазер (neodymium-doped yttrium aluminum garnet, на основе алюмоиттриевого граната, легированного ионами неодима) также будет рассмотрен, несмотря

на то что в настоящее время его применение резко ограничено ввиду накопления большого числа доказательств его меньшей эффективности по сравнению с другими. В данных учебно-методических рекомендациях проанализировано современное состояние вопроса о применении лазерной техники для оперативного лечения пациентов с ДГПЖ в качестве альтернативы традиционной трансуретральной хирургии.

К лазером, применяемым для операций на ПЖ и других мягких тканях, предъявляют следующие **требования**:

- простота применения и небольшая длительность обучения специалистов;
- безопасность для пациентов;
- минимальный риск осложнений, в том числе кровотечений;
- минимальная выраженность дизурии и нарушений эякуляции после операции;
- возможность проведения операции при ДГПЖ без морцеллятора;
- возможность перехода от энуклеации к вапоризации и обратно в процессе операции;
- наличие многоцветного инструментария;
- минимальная длительность госпитализации;
- хорошие отдаленные результаты;
- наличие публикаций по результатам международных клинических исследований, в которых доказана эффективность и безопасность применения данного лазера, а также публикаций, обобщающих опыт его использования в ведущих клиниках мира.

Различные лазерные системы дают различный эффект, поскольку имеют принципиальные отличия в механизме взаимодействия энергии с тканями и кровью.

Оптимальная длина волны, при которой минимальное повреждение окружающих ПЖ тканей сочетается с хорошим кровоостанавливающим эффектом, – 2010 нм (рис. 1).

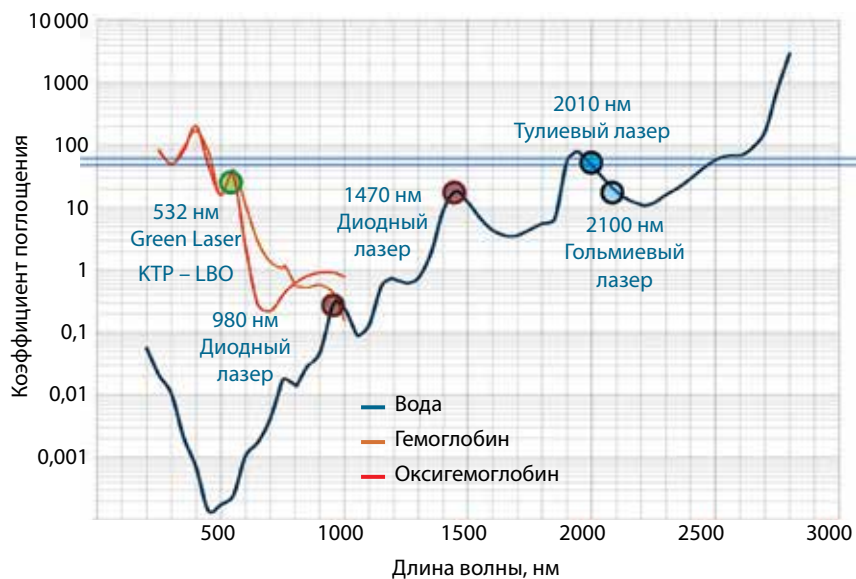


Рис. 1. Кривые поглощения излучения различных видов лазеров водой, гемоглобином и оксигемоглобином

КТП-, LBO-лазеры, GreenLight: фотоселективная вапоризация

Механизм действия

Фотоселективная вапоризация (ФСВ) – собирательный термин, обозначающий процесс абляции при использовании лазеров в основном с длиной волны 532 нм. Изначально к данному типу относился лишь КТП-лазер, – кристаллический лазер, разработанный на основе Nd:YAG-лазера. Сегодня существует еще один вариант – LBO-лазер, разработанный для улучшения действия КТП-лазеров [4, 5]. Обе системы известны под коммерческим названием GreenLight (рис. 2). Хромофором для них является гемоглобин [2]. Энергия высвобождается в виде квазипродолженной волны. Абляция достигается путем вапоризации [5].



Рис. 2. Хирургическая лазерная система GreenLight

Особенности оперативного лечения ДГПЖ

Впервые ФСВ была выполнена в 1998 г. при помощи КТР-лазера мощностью 60 Вт. После этого данная техника довольно быстро завоевала популярность [6]. В последующем 3 независимые компании начали разрабатывать собственные системы для выполнения ФСВ:

- КТР-лазер мощностью 80 Вт;
- КТР HPS (high performance system) – усиленная LBO-лазером комбинированная система мощностью 120 Вт;
- КТР XPS (xcelerated performance system) – лазер мощностью 180 Вт [7].

Несмотря на то что преимущества КТР-лазера мощностью 80 Вт хорошо известны, представить себе его применение в качестве альтернативы ТУР ПЖ и нового «золотого стандарта» оперативного лечения ДГПЖ довольно сложно, поскольку длительность оперативного лечения при этом значительно увеличивается [7], происходит глубокое повреждение ткани (>16 мм), что обуславливает развитие послеоперационных осложнений. Целевой группой для данной техники, по мнению многих авторов, можно считать пациентов, имеющих высокий риск сердечно-сосудистых осложнений и получающих антикоагулянты.

Применение КТР-лазера мощностью 120 Вт ожидаемо сокращает длительность оперативного лечения, но, к сожалению, не улучшает его функциональные результаты и не снижает частоту повторных операций. Данная система также может быть применена у пациентов с наличием нескольких сопутствующих патологий. В настоящее время публикации об этом лазере немногочисленны, поскольку он относительно недавно вошел в клиническую практику после успешного завершения доклинических и клинических испытаний [8].

Эффективность вмешательства

Последовательное развитие техники ФСВ (начиная с применения КТР-лазера мощностью 80 Вт и заканчивая использованием систем мощностью 120 и 180 Вт) произошло во многом благодаря наличию довольно большой, но неоднородной доказательной базы. Хотя термином ФСВ обозначается любая вапоризация с применением лазера с длиной волны 532 нм, изменение настроек мощности может привести к разным клиническим результатам. Таким образом, необходимо изучать каждую систему отдельно. В 2012 г. I.A. Thangasamy и соавт. опубликовали метаанализ, целью которого было сравнение эффективности применения КТР-лазеров (мощностью 80 и 120 Вт) и ТУР ПЖ у пациентов с ДГПЖ [9]. К сожалению, авторы не анализировали результаты в зависимости от мощности лазера и объединили всех пациентов, перенесших

лазерное оперативное вмешательство, в одну группу, что, несомненно, является важным ограничением исследования. В анализ были включены 9 работ, из которых 5 были посвящены применению лазера мощностью 80 Вт, а 4 – мощностью 120 Вт. Объем выборки варьировал от 20 до 155 пациентов, период наблюдения – от 6 до 36 мес. В группе ФСВ были меньше длительность катетеризации мочевого пузыря и госпитализации, а в группе ТУР ПЖ была меньше длительность оперативного вмешательства. В 3 исследованиях не было выявлено какой-либо статистически значимой разницы в динамике максимальной объемной скорости мочеиспускания (Q_{max}) и оценки по шкале IPSS (International Prostate Symptom Score, Международная шкала оценки симптомов заболеваний предстательной железы).

Схожие результаты были опубликованы в метаанализе X. Zhang и соавт. Авторы также не обнаружили статистически значимых различий между значениями IPSS и Q_{max} у пациентов разных групп. В этом метаанализе также не сравнивалось воздействие КТР-лазеров с разной мощностью (80 и 120 Вт) [10].

Наиболее масштабный метаанализ выполнен J.N. Cornu и соавт. [11]. Исследователи сравнили результаты ТУР ПЖ и операции, выполненной с помощью КТР-лазера мощностью 120 Вт. В результате также не было обнаружено каких-либо различий в исследуемых показателях между 2 группами.

Последняя разработка в семействе лазеров, применяемых для ФСВ, – КТР-лазер мощностью 180 Вт. Недавно завершили его испытания, и результаты рандомизированного многоцентрового исследования GOLIATH уже опубликованы [8]. Сообщается о том, что эффективности КТР-лазера мощностью 180 Вт не превышает эффективность ТУР ПЖ.

Осложнения

Применение КТР-лазеров мощностью 80 Вт и 120 Вт по сравнению с ТУР ПЖ дает лучшие периоперационные результаты: уменьшается частота гемотрансфузий и полностью устраняется риск развития ТУР-синдрома [9–11]. Не установлены различия в частоте развития склероза шейки мочевого пузыря и стриктур уретры после ТУР ПЖ и оперативного лечения с помощью КТР-лазеров мощностью 80 Вт и 120 Вт, однако необходимость в повторных оперативных вмешательствах была статистически значимо выше после ФСВ. Не выявлены также какие-либо различия в воздействии на сексуальную функцию между группами пациентов, перенесших ТУР ПЖ и ФСВ [9–11].

Диодный лазер

Механизм действия

Диодный лазер относится к группе лазеров, использующих энергию электричества, пропущенную через полупроводник для образования лазерного импульса. Аблятивный эффект достигается посредством vaporизации [2, 12, 13]. Несмотря на то что хромофорами являются гемоглобин и вода, длина волны варьирует, и, следовательно, глубина проникновения в ткани и их поражения различается [14]. Для проведения вмешательств на ПЖ в настоящее время применяется излучение с длиной волны 940, 980 и 1470 нм [2].

Особенности оперативного лечения ДГПЖ

Простатэктомия с помощью диодного лазера выполняют под общей или спинальной анестезией, под прямым цистоскопическим контролем и при постоянной ирригации мочевого пузыря. Мощность лазера обычно варьирует от 80 до 200 Вт. Эффект vaporизации достигается при использовании бокового волокна без непосредственного контакта с тканью ПЖ [15]. После абляции долей ПЖ при необходимости в этом же режиме осуществляют контроль гемостаза. Не так давно была предложена техника энуклеации ПЖ с применением диодного лазера (diode laser enucleation of the prostate, DiLEP) на основе модифицированной техники HoLEP [16]. При этом длина волны составляет 980 нм, используется гибкое лазерное волокно и резектоскоп. Энуклеацию выполняют при помощи техники 4-U, применявшейся на раннем этапе развития техники HoLEP. Для удаления энуклеированных долей используется морцеллятор [16].

Эффективность вмешательства

Опубликовано несколько ретроспективных исследований и исследований типа «случай-контроль», подтверждающих эффективность и безопасность вмешательств с использованием диодного лазера. Имеется одно рандомизированное сравнительное исследование эффективности vaporизации с применением диодного лазера (с длиной волны 980 нм) и ТУР ПЖ. Через 6 мес наблюдения Q_{max} , IPSS и объем остаточной мочи у пациентов, перенесших лазерную vaporизацию и ТУР ПЖ, были сопоставимы, однако через 12 мес наблюдения эти показатели были существенно лучше у пациентов, перенесших ТУР ПЖ [17].

Большинство публикаций посвящено применению диодных лазеров с длиной волны 980 нм. В ретроспективном исследовании, выполненном S.S. Yang и соавт., получены данные о лучших периоперационных результатах у пациентов, перенесших лазерную простатэктомию, по сравнению с пациентами, перенесшими ТУР ПЖ (сократилась длительность катетеризации мочевого пузыря и госпитализации) [16]. При сравнении DiLEP с плазмокинетической резекцией и энуклеацией ПЖ А. Хи и соавт. в своем рандомизированном исследовании не выявили каких-либо статистически значимых различий в IPSS, Q_{max} , оценке качества жизни и объеме остаточной мочи при наблюдении 80 пациентов в течение 12 мес [18]. Тем не менее в группе DiLEP были статистически значимо меньше длительность операции в целом, катетеризации мочевого пузыря и госпитализации, но больше – глубина поражения тканей и тяжесть связанных с ней осложнений.

Для определения места диодного лазера в лечении пациентов с ДГПЖ, несомненно, требуется проведение гораздо большего количества рандомизированных сравнительных исследований, что представляется маловероятным в эпоху более современных лазерных технологий.

Осложнения

Основной побочный эффект, вызванный непосредственно применением диодного лазера, – развитие ирритативной симптоматики и ретроградной эякуляции [2, 16, 18]. Иными известными осложнениями являются кровотечение, требующее гемотрансфузии, перфорация капсулы ПЖ и развитие недержания мочи. Частота указанных осложнений статистически значимо не отличалась от таковой после ТУР ПЖ.

Nd:YAG-лазер

Механизм действия

Nd:YAG-лазер – кристаллический лазер, хромофорами для которого являются гемоглобин и вода. Его длина волны составляет 1064 нм, глубина проникновения – 10 мм. Абляция ткани достигается посредством пульсовой или непрерывной коагуляции [2]. Однако ввиду низкого коэффициента поглощения и достаточно большой глубины проникновения в ткани применение данного лазера может привести к термической травме, в частности к глубокому коагуляционному некрозу, восстановление после которого может продолжаться до 3 мес [2, 19].

Особенности оперативного лечения ДГПЖ

Первые публикации указывали на сходство функциональных результатов применения Nd:YAG-лазера с результатами ТУР ПЖ при выполнении таких вмешательств, как визуальная лазерная абляция ПЖ (visual laser ablation of the prostate, VLAP) и интерстициальная лазерная коагуляция ПЖ (interstitial laser coagulation, ILC) [20, 21]. Однако в рандомизированном исследовании с периодом наблюдения 10 лет установлено, что результаты оперативного вмешательства при помощи Nd:YAG-лазера статистически значимо хуже по сравнению с результатами ТУР ПЖ. Особенно яркое отличие наблюдалось в отношении транзиторной дизурии, которая в случае применения лазера длилась статистически значимо дольше [22]. Еще один недостаток применения Nd:YAG-лазера – невозможность забора фрагментов ткани для гистологической оценки [2].

Эффективность вмешательства

Применение Nd:YAG-лазера приводит к изменению суммы баллов по шкале IPSS, что было отмечено в 2000 г. в обзоре Cochrane. Данный показатель уменьшился на 66 % в группе пациентов, перенесших лазерную простатэктомию, и на 78 % – в группе пациентов, перенесших ТУР ПЖ. R.J. Hoekstra и соавт. также сообщили о снижении оценки по шкале IPSS на 57,5 % через 10 лет после лазерной простатэктомии [19]. С другой стороны, применение Nd:YAG-лазера не привело к значимому изменению Q_{\max} , что продемонстрировано в большом количестве работ [2, 7, 19, 22].

Таким образом, несмотря на многообещающие ранние результаты, применение Nd:YAG-лазера по своей эффективности значительно уступает ТУР ПЖ, что не позволяет рекомендовать его для оперативного лечения пациентов с ДГПЖ.

Гольмиевый лазер

Механизм действия

Излучение гольмиевого лазера доставляется к ткани посредством гибких кварцевых волокон и высвобождается короткими импульсами. Хромофором для него является вода. Длина волны 2100–2140 нм и глубина проникновения в ткани 0,5 мм обеспечивают необходимый эффект. Дальнейшее распространение энергии предотвращается благодаря наличию клеточной и внеклеточной жидкости, что препятствует развитию глубокой термической травмы тканей [23]. Наличие в ткани ПЖ большого количества воды и, соответственно, прекрасная кондукция предоставляют хирургу возможность выполнить как абляцию, так и коагуляцию [23].

Особенности оперативного лечения ДГПЖ

Гольмиевый лазер для оперативного лечения пациентов с ДГПЖ был впервые использован в 1994 г. совместно с Nd:YAG-лазером. При этом после коагуляции, выполненной при помощи Nd:YAG-лазера с длиной волны 1064 нм, был применен гольмиевый лазер для vaporизации и инцизии. Предложенная техника носила название комбинированной эндоскопической лазерной абляции (combined endoscopic laser ablation of the prostate, CELAP). В последующем от Nd:YAG-лазера отказались в пользу выполнения абляции ПЖ с помощью только гольмиевого лазера с применением бокового проводящего волокна (holmium laser ablation of the prostate, HoLAP). В дальнейшем техника была модифицирована для выполнения прямой лазерной резекции аденоматозной ткани ПЖ с использованием торцевого проводящего волокна (holmium laser resection of the prostate, HoLRP). С появлением механического морцеллятора была предложена техника HoLEP. Эта техника прогрессивно набирала популярность, что было обусловлено как появлением достаточного количества новых лазерных систем (рис. 3), так и ростом числа публикаций о положительных результатах применения HoLEP [24, 25].

В ходе выполнения HoLEP лазерное волокно удерживается на дистальном конце эндоскопа при помощи модифицированного внутреннего тубуса и мочеточникового катетера, что позволяет хирургу контролировать лазерное волокно и тубус резектоскопа одновременно (рис. 4).

Изначально HoLEP начиналась с обязательного выполнения инцизии на 5 и 7 часах условного циферблата с последующей энуклеацией средней доли ПЖ [26].



Рис. 3. Хирургическая гольмиевая лазерная система Cyber Ho

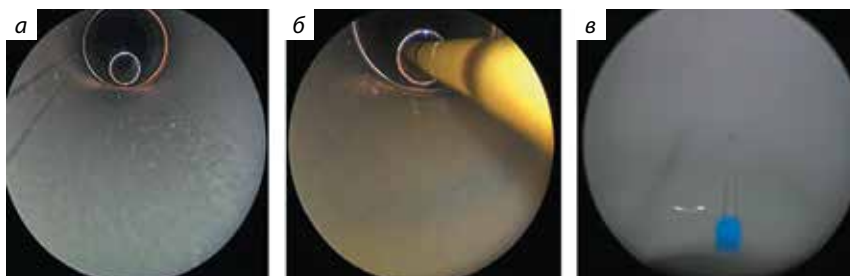


Рис. 4. Внутренний тубус резектоскопа, который укомплектован металлическим проводником (а), что позволяет провести сквозь него мочеточниковый катетер (б). При этом лазерное волокно надежно защищено от повреждений и окончательный вид рабочей позиции волокна не нарушен наличием в поле зрения мочеточникового катетера (в)

В дальнейшем оперативное вмешательство было модифицировано в двухдолевую энуклеацию, что, по мнению многих авторов, является более предпочтительным. После завершения гемостаза энуклеированная ткань удаляется морцеллятором.

Эффективность вмешательства

Эффективность HoLEP хорошо изучена, в том числе в многочисленных рандомизированных контролируемых исследованиях. Впервые многообещающие результаты были представлены в 1998 г. P.J. Gilling и соавт. Они сообщили о проведенном проспективном исследовании с участием 64 пациентов со средним объемом ПЖ 75,3 см³. После оперативного лечения авторы отметили статистически значимое увеличение Q_{\max} (исходно – 8,9 мл/с, спустя 1 мес после операции – 23,4 мл/с) [27]. Эти результаты были успешно воспроизведены во множестве проспективных и ретроспективных исследований. Крупнейшее ретроспективное исследование было выполнено с участием 1065 пациентов [28]. Увеличение Q_{\max} варьировало в разных исследованиях от 157 до 470 %, объем остаточной мочи сократился самое меньшее на 80 % [28–34]. Более важной является оценка эффективности оперативной техники с помощью валидизированных опросников, таких как шкала IPSS и AUASA. Суммарная оценка изменялась более чем на 70 % [28–35]. Все указанные изменения показателей были зарегистрированы в длительных исследованиях, включая рандомизированное исследование P.J. Gilling и соавт. с периодом наблюдения 7 лет и ретроспективное исследование Н.М. Elmansy и соавт. с периодом наблюдения 1 год [29].

В нескольких исследованиях оценивали эффективность выполнения HoLEP на основе таких характеристик, как возраст пациентов и масса ПЖ. Эффективность и безопасность лазерного оперативного вмешательства при большой массе ПЖ (>100 г) была подтверждена в 2000 г. При этом эффективность лазерной процедуры была сравнима с эффективностью открытой операции, в то время как периоперационная морбидность была ниже в группе пациентов, перенесших HoLEP [36–39]. В 2007 г. были опубликованы результаты 5-летнего рандомизированного исследования эффективности лазерной энуклеации ПЖ и открытой простатэктомии у пациентов с ПЖ большого размера. Оценка по AUASA, Q_{\max} и объем остаточной мочи у пациентов, перенесших HoLEP, статистически значимо отличались в лучшую сторону. Частота осложнений, наоборот, статистически значимо не отличалась [37]. Позже М. Kim и соавт. опубликовали результаты ретроспективного исследования эффективности применения гольмиевого лазера у пациентов с очень большой массой ПЖ (>200 г). В данной работе также выявлено преимущество HoLEP перед другими вмешательствами. Значения IPSS и Q_{\max} у пациентов с очень большой массой ПЖ (>200 г) спустя 6 мес наблюдения были сравнимы с таковыми в группе пациентов со средней (100–200 г) и малой (<100 г) массой ПЖ. Одно из ограничений – малый размер выборки (всего 6 пациентов). В ходе работы стало понятно, что большая масса ПЖ обуславливает увеличение длительности операции в целом, катетеризации мочевого пузыря и госпитализации, а также частоты возникновения транзиторной дизурии [40]. Однако, как и во всех

предыдущих исследованиях, авторы не зарегистрировали роста частоты осложнений (таких, как кровотечение, требующее проведения гемотрансфузии), повышения необходимости в повторной операции и/или конверсии в ТУР ПЖ. В итоге сформулировано заключение о безопасности и эффективности применения гольмиевых лазеров у пациентов с очень большим размером ПЖ. При этом, несомненно, хирург должен обладать достаточным опытом выполнения подобного вмешательства, что позволяет ему лучше ориентироваться в ходе операции [37–41].

Метаанализ, выполненный L. Yin и соавт., посвящен сравнению HoLEP и ТУР ПЖ у пациентов с ДППЖ. Результаты указали на превосходство HoLEP при оценке эффективности с помощью шкалы IPSS и по показателю Q_{\max} спустя 12 мес наблюдения [42]. Не установлено статистически значимых различий между группами в частоте развития осложнений. В группе ТУР длительность оперативного лечения, катетеризации мочевого пузыря, госпитализации, а также транзиторной дизурии была меньше. Несмотря на это, авторы сделали вывод о том, что лазерная хирургия может считаться очень хорошей альтернативой ТУР ПЖ [42].

Преимущество HoLEP перед открытой хирургией подтверждено в 2 ключевых рандомизированных исследованиях при наблюдении за пациентами в течение 5 лет [37, 38]. Оба исследования указывают на сопоставимую эффективность обоих методов лечения при меньшей длительностью госпитализации и катетеризации мочевого пузыря при лазерных вмешательствах.

Осложнения

В одном из крупнейших ретроспективных исследований с участием 1065 пациентов самым частым осложнением было развитие транзиторного недержания мочи (ургентного и/или стрессового). Частота данного осложнения составила 11–12 % [28].

По данным M. Shah и соавт. [43], а также J.K. Nam и соавт. [44], транзиторное недержание мочи наблюдается в 15–20 % случаев после выполнения HoLEP. Склероз шейки мочевого пузыря был отмечен в 6 % случаев, стриктура уретры – в 1,3 %.

Одно из наиболее значимых преимуществ лазерных вмешательств – возможность термокоагуляции, что ведет к мгновенному «закрытию» кровеносных сосудов в ткани ПЖ, снижению абсорбции жидкости. Более того, применение обычного физиологического раствора при выполнении лазерных вмешательств заметно снижает риск развития ТУР-синдрома, что особенно важно при лечении пациентов с большим объемом ПЖ.

Частота развития других осложнений (кровотечений, травмы мочевого пузыря, сепсиса), а также конверсии в открытое вмешательство у пациентов, перенесших HoLEP, была незначительной – менее 1 % [28]. Факторы риска развития недержания

мочи – травма мочевого пузыря, сахарный диабет, масса ПЖ >81 г [29, 35]. В ранних исследованиях получены данные об отсутствии воздействия HoLEP на сексуальную функцию, однако в них не были использованы для ее оценки валидизированные опросники (например, международный индекс эректильной функции (International Index of Erectile Function), что не позволяет судить о достоверности этих данных [45]. В 2014 г. D.E. Klett и соавт. продемонстрировали отсутствие негативного воздействия лазерных вмешательств на сексуальную функцию в отдаленном периоде наблюдения [46]. При этом среднее значение международного индекса эректильной функции (13,3) не изменилось статистически значимо в течение 36 мес наблюдения (11,8). В других исследованиях при сравнении различных методов лечения (HoLEP, TUP и открытой операции) не выявлено статистически значимых различий в частоте развития нарушений сексуальной функции [27, 29, 37, 38]. С другой стороны, имеются современные данные (полученные при наблюдении за значительным числом пациентов) о том, что HoLEP вызывает развитие ретроградной эякуляции (в 64–78 % случаев), значительное снижение эрекции и ухудшение количественных характеристик спермы даже в случае применения техники оперативного вмешательства, направленной на сохранение эякуляторной функции [47, 48].

В ряде исследований установлено, что после обучения хирургов технике выполнения HoLEP наступает совершенно особый период, в течение которого частота побочных явлений максимальна (это период выполнения первых 30–50 операций) [49, 50]. Для минимизации частоты побочных явлений было предложено отрабатывать технику выполнения операции на симуляторе и тщательно отбирать пациентов [39, 51]. Необходимо учитывать, что после HoLEP необходимо для удаления отрезанной ткани применять морцеллятор; как следствие, возникает необходимость в приобретении и постоянном обслуживании морцеллятора (который при попадании в него кальция выходит из строя). Также велика опасность при малейшем неосторожном движении повредить мочевой пузырь.

Сегодня собрана доказательная база, которая позволяет говорить о выполнении HoLEP у пациентов с ДГПЖ как о безопасной и эффективной технике по сравнению с традиционной трансуретральной и открытой хирургией – при условии, что эту технику применяет опытный хирург, который провел после окончания обучения не менее 50 подобных операций. Некоторые авторы высказывают мнение о том, что именно лазерная хирургия, в частности HoLEP, станет скоро «золотым стандартом» оперативного лечения пациентов с ДГПЖ [12, 25]. Применение гольмиевых лазеров было наиболее перспективным направлением до появления тулиевых лазеров. На данный момент многие специалисты продолжают выполнять HoLEP с хорошими результатами, однако налицо тенденция к смене приоритетов в вопросе выбора лазерных систем для оперативного лечения пациентов с ДГПЖ.

Тулиевый лазер

Механизм действия

Излучение тулиевого лазера (рис. 5) обладает длиной волны 2010 нм и проникает на глубину 0,1–0,2 мм. Хромофором для него является вода [2]. В отличие от гольмиевого лазера, энергия высвобождается в непрерывном режиме (см. таблицу).



Рис. 5. Хирургическая тулиевая лазерная система Cyber200 TM

Сравнение гольмиевого лазера с длиной волны 2100 нм и тулиевого лазера с длиной волны 2010 нм

| Характеристика | Тулиевый лазер | Гольмиевый лазер |
|----------------|---|-----------------------------|
| Луч | Невидим | Невидим |
| Хромофор | Вода | Вода |
| Режим | Непрерывный или импульсный (по выбору) | Импульсный |
| Действие | Отличное режущее и абляционное | Хорошее абляционное |
| Гемостаз | Оптимальный | Достаточный |
| Вапоризация | Эффективная | Недостаточно эффективная |

В клинической практике необходимо различать виды тулиевого излучения, имеющие разные возможности.

Лазерный луч с длиной волны 1940 нм характеризуется большей степенью поглощения водой, более агрессивным воздействием и худшим гемостазом. Из-за этого многие производители лазеров с этой длиной волны вынуждены добавлять отдельный блок лазера с другой длиной волны для осуществления гемостаза. Кроме того, обычно лазеры с такой длиной волны имеют недостаточную мощность, что не позволяет эффективно проводить вапоризацию тканей. При энуклеации к возможным кровотечениям добавятся проблемы, обусловленные необходимостью использования морцелятора.

Эффективность поглощения тканями лазерного излучения оптимальна при длине волны 2010 нм, степень вапоризации не зависит от степени васкуляризации тканей. Обеспечивается почти идеальный гемостаз и, как следствие, отсутствует значимая кровопотеря.

Особенности оперативного лечения ДГПЖ

Тулиевый лазер может быть использован для вапоризации, резекции и/или энуклеации. В лечении пациентов с ДГПЖ он впервые был применен в 2005 г. для лазерной резекции ПЖ (thulium laser resection of the prostate, ThuLRP). При этом ткань ПЖ нарезалась маленькими кусочками с последующей их эвакуацией [52]. В дальнейшем была предложена другая техника оперативного лечения – вапорезекция ПЖ (комбинация вапоризации и резекции) (thulium vaporesection of the prostate, ThuVaRP) [53, 54]. В 2009 г. Т. Vach и соавт. опубликовали результаты выполнения энуклеации ПЖ с помощью тулиевого лазера, которая получила название вапоэнуклеации (thulium varoenucleation of the prostate, ThuVEP). В последствии данная манипуляция была переименована в ThuLEP. При этом во время оперативного вмешательства применялась в большей степени техника точной и щадящей инструментальной диссекции, что обеспечивало уменьшение объема кровопотери по сравнению с применением гольмиевых лазеров [54, 55].

Эффективность вмешательства

В 2010 г. Т. Vach и соавт. опубликовали систематический обзор 11 исследований по проблеме применения тулиевых лазеров для лечения ДГПЖ. Средняя продолжительность наблюдения составила 16 мес, суммарная оценка по шкале IPSS за этот период уменьшилась на 14,2 балла, объем остаточной мочи – на 82,8 %; оценка качества жизни увеличилась на 3,2 балла, Q_{\max} – на 14,5 мл/с [54].

К. Tang и соавт. в свой метаанализ, посвященный применению тулиевых лазеров для вапоризации, включили 9 исследований (ретроспективных, проспективных рандомизированных). Авторы не обнаружили статистически значимой разницы в показателях Q_{\max} , качества жизни, IPSS и объеме остаточной мочи спустя 12 мес наблюдения между пациентами, перенесшими лазерное вмешательство, и пациентами, перенесшими ТУР ПЖ [56].

Эффективность ThuVAP была изучена с привлечением 1080 пациентов. При этом были получены хорошие периоперационные результаты и данные об эффективности [57]. Еще одно исследование, включившее 207 пациентов, подтвердило эти выводы при наблюдении за пациентами в течение 12 мес (увеличение оценки качества жизни на 3,2 балла, Q_{\max} – на 14,1 мл/с; уменьшение IPSS на 16,8 балла, объема остаточной мочи – на 132,5 мл) [58].

I. Kutiaziis и соавт. включили в метаанализ 4 исследования (2 рандомизированных, сравнивающих ThuLEP с ТУР ПЖ или HoLEP, и 2 проспективных когортных с периодом наблюдения 3–24 мес) [59]. Авторы отметили уменьшение размера ПЖ на 87 %, значимое изменение Q_{\max} и IPSS, не уступающее изменениям, наблюдаемым после ТУР ПЖ [59–62]. При этом авторы указали на наличие у пациентов удовлетворенности лечением и малую длительность периода транзиторной дизурии, что выгодно отличает тулиевые лазеры от других, применяемых для лечения ДГПЖ [59].

Осложнения

Использование тулиевого лазера статистически значимо снижает риск развития ТУР-синдрома, частоту гемотрансфузий и возникновения стриктур уретры [56]. Транзиторная дизурия и склероз шейки мочевого пузыря также встречались после выполнения ThuLEP, однако частота их развития оставалась достаточно низкой, что позволяет говорить о высокой безопасности применения тулиевых лазеров в лечении пациентов с ДГПЖ. Использование морцеллятора при выполнении энуклеации ПЖ может привести к травме стенки мочевого пузыря, однако частота подобного осложнения невелика: оно встречается в основном в периоде обучения и обусловлено недостаточным опытом хирурга [59]. Вапоризация тулиевым лазером мощностью не более 200 Вт позволяет решить эту проблему, так как при этом отсутствует необходимость в использовании морцеллятора.

У большинства пациентов каких-либо изменений сексуальной функции после использования тулиевого лазера отмечено не было [63]. Благодаря минимальной глубине повреждения окружающих тканей (0,1 мм) лазером с длиной волны 2010 нм более чем у 78 % пациентов после операции на ПЖ сохраняется нормальная антеградная эякуляция.

Доказательная база, позволяющая судить об эффективности и безопасности применения тулиевых лазеров, пополняется ежегодно. При этом научное качество публикаций также улучшается. Сегодня имеются данные многоцентровых рандомизированных исследований с длительным периодом наблюдения, на основании которых можно сделать выводы о том, что для оперативного лечения пациентов с ДГПЖ предпочтительно применять тулиевые лазеры с длиной волны 2010 нм. Варианты их использования можно рассмотреть, перейдя по данной ссылке:



По данным метаанализа (6 исследований применения лазеров с длиной волны 2010 нм мощностью 200 Вт с участием 1572 пациентов в сравнении с другими хирургическими вмешательствами), при операциях по поводу ДГПЖ применение тулиевого лазера с длиной волны 2010 нм позволило значительно уменьшить длительность катетеризации мочевого пузыря и госпитализации по сравнению с таковыми при ТУР (рис. 6).

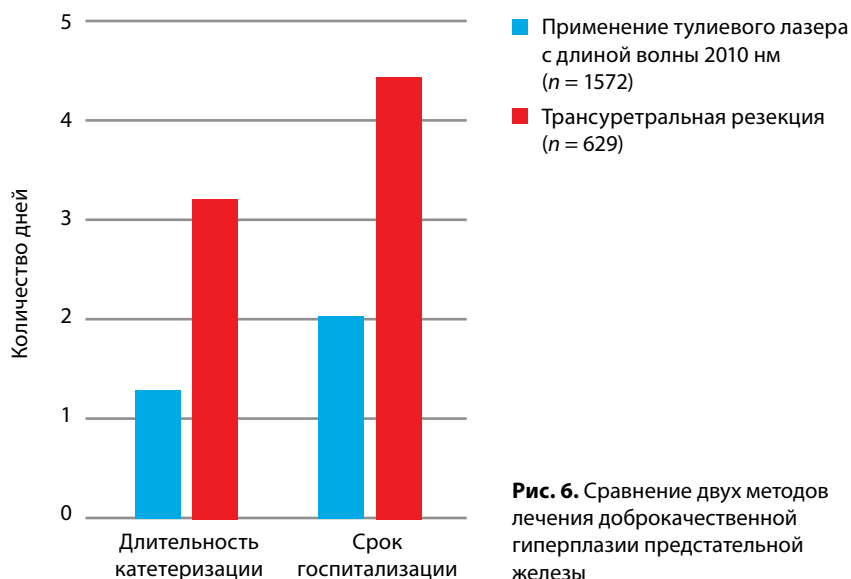


Рис. 6. Сравнение двух методов лечения доброкачественной гиперплазии предстательной железы

В последние годы благодаря разработке лазеров с длиной волны 2010 нм и мощностью 150 и 200 Вт появилась возможность проводить полную вапоризацию ПЖ без использования морцелятора и, благодаря отличному кровоостанавливающему эффекту, возможность оперировать пациентов, принимающих антикоагулянты, и пациентов почти с любым размером ПЖ (рис. 7).

При применении лазера с длиной волны 2010 нм образуется тонкий слой коагулированных тканей (визуально – небольшая карбонизация очень тонкого поверхностного слоя), что обеспечивает оптимальный гемостаз во время операции. Отсутствует кровотечение во время и после операции (рис. 8а). Через 24 ч наблюдается чистая ткань без карбонизации (рис. 8б).

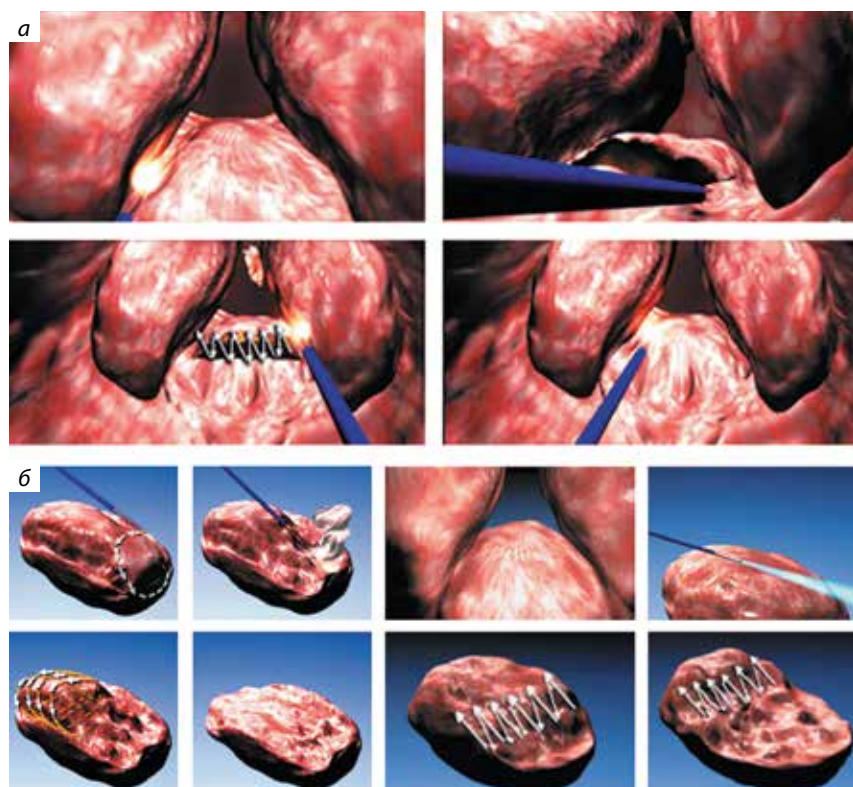


Рис. 7. Схема операции на предстательной железе с использованием лазерного излучения с длиной волны 2010 нм и мощностью 200 Вт: *a* – вапоризация; *б* – вапоризация средней доли. Синим цветом обозначено оптическое волокно. Стрелки указывают траекторию перемещений волокна

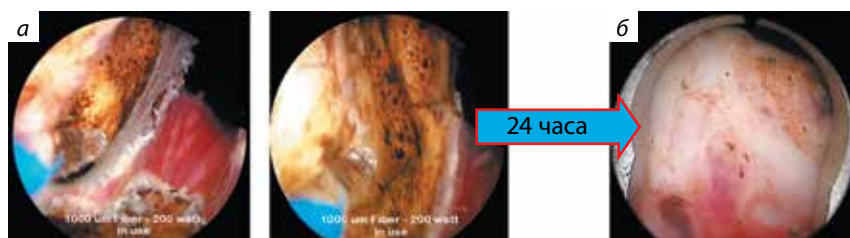


Рис. 8. Интраоперационные эндоскопические фотографии. Щадящая vaporизация при доброкачественной гиперплазии предстательной железы (объем 55 мл) с использованием лазера Cyber с длиной волны 2010 нм. Время работы лазера – 18 мин. Использованная мощность лазера для vaporизации – 200 Вт. Отсутствие кровопотери и осложнений. Скорость >3 г/мин: а – высокоэффективная коагуляция; б – состояние тканей через 24 ч после операции

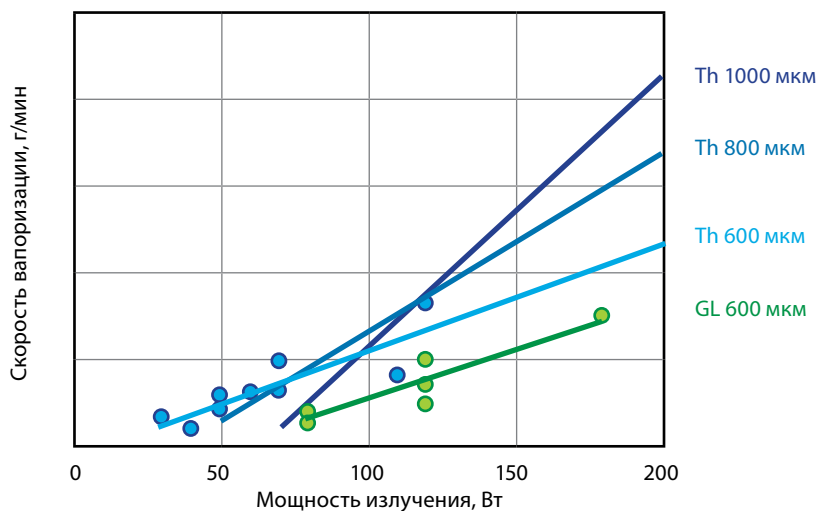


Рис. 9. Зависимость скорости vaporизации тканей от вида лазера и длины волны. GL – лазер GreenLight, Th – тулиевый лазер Cyber200

Итак, эффективная vaporизация требует излучения 2010 нм, мощности 200 Вт и волокна большого сечения (рис. 9).

Отличный гемостаз, который достигается за счет свойств лазера с длиной волны 2010 нм и мощностью 200 Вт, позволяет не отменять антикоагулянты, а значит проводить лазерное лечение пожилых пациентов с заболеваниями сердечно-сосудистой системы.

Минимальная глубина повреждения тканей (0,1–0,2 мм) при использовании этого метода является основным фактором, влияющим на низкую частоту дизурии, нарушений половой функции и иных послеоперационных осложнений по сравнению с другими хирургическими методами лечения ДГПЖ.

Многочисленные публикации в ведущих международных журналах подтверждают, что лазер с длиной волны 2010 нм и мощностью до 200 Вт наиболее безопасен и высокоэффективен в клинической практике. Он позволяет выполнять операции с хорошими результатами и практически без осложнений [64–79].

В дополнение к операциям при ДГПЖ лазер с длиной волны 2010 нм и мощностью до 200 Вт имеет широкий спектр применения в урологии, который описан по ссылке:



Преимущества лечения ДГПЖ с использованием вышеописанной лазерной технологии:

- возможность проведения оперативных вмешательств у пожилых пациентов, имеющих тяжелую сопутствующую патологию;
- возможность проведения эндоскопических операций без ограничений по размеру ПЖ, в том числе при объеме ПЖ ≥ 300 мл;
- отсутствие необходимости в общей анестезии;
- отсутствие необходимости в прерывании антикоагулянтной терапии;
- возможность быстрого и безопасного освоения оперативной техники хирургом;
- уменьшение длительности операции;
- высокая безопасность и экономичность операции, отсутствие необходимости использовать морцеллятор при вапоризации ПЖ лазером мощностью 200 Вт с длиной волны 2010 нм;
- возможность вапоризации и вапоризации с биопсией;
- снижение травматичности операций и, как результат, уменьшение выраженности послеоперационного отека и болевого синдрома, сохранение нормальной функции окружающих органов и тканей;
- сохранение сексуальной функции, включая нормальную эякуляцию;
- снижение риска интраоперационных осложнений;
- сокращение срока нетрудоспособности и количества койко-дней (пациента можно выписать через 1 день после операции);

- уменьшение длительности лечения и реабилитации;
- практически полное отсутствие кровопотери во время операции и после нее;
- быстрое возвращение пациентов к нормальному образу жизни, без инвалидизации и развития нарушений функций мочеполовых органов.

Заключение

На сегодняшний день доступно для использования большое количество разнообразных хирургических лазерных систем, отличающихся видами применяемых лазеров. Оперативное лечение ДГПЖ может быть осуществлено при помощи любого из описанных в данном учебно-методическом руководстве лазеров, однако клинические результаты и осложнения при этом значительно отличаются. Вплоть до недавнего времени наиболее популярными были HoLEP и ФСВ (с использованием KTP-лазера). Недостатки этих методов хорошо известны: длинный период обучения хирурга, нарушение нормальной эякуляции и сексуальной функции после операции, необходимость морцелляции (при HoLEP); невозможность оперировать больших, получающих антикоагулянты, глубокий некроз и связанные с ним осложнения после операции, большая длительность операции (при использовании KTP-лазера).

Применение Nd:YAG-лазера для лечения ДГПЖ в настоящее время не рекомендовано в связи с отсутствием доказательств его клинической эффективности, в том числе долгосрочной.

Наиболее перспективным в настоящее время считается применение тулиевых лазеров мощностью до 200 Вт с длиной волны 2010 нм. Лечение пациентов с ДГПЖ при помощи данных систем безопасно и эффективно, что доказано целым рядом исследований. Популярность данной методики растет повсеместно, количество сравнительных данных высокой степени достоверности увеличивается ежегодно, что позволяет рассматривать технику вапоризации и вапоэнуклеации тулиевым лазером с длиной волны 2010 нм и мощностью до 200 Вт в качестве наиболее эффективной и безопасной альтернативы ТУР у пациентов с ДГПЖ.

Литература

1. Kahokehr A.A., Gilling P.J. Which laser works best for benign prostatic hyperplasia? *Curr Urol Rep* 2013;14(6):614–9. DOI: 10.1007/s11934-013-0351-8.
2. Gravas S., Bachmann A., Reich O. et al. Critical review of lasers in benign prostatic hyperplasia (BPH). *BJU Int* 2011;107(7):1030–43. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2010.09954.x.
3. Kahokehr A., Gilling P.J. Enucleation techniques for benign prostate obstruction: which one and why? *Curr Opin Urol* 2014;24(1):49–55. DOI: 10.1097/MOU.0000000000000005.
4. West K.E., Woo H.H. Does prostate size impact upon perioperative outcomes associated with photoselective vaporization of the prostate using the 180W lithium triborate laser? *Urol Ann* 2015;7(1):17–20. DOI: 10.4103/0974-7796.148579.
5. Dogra P.N., Saini A.K. KTP laser prostatectomy-current status. *J Int Med Sci Acad* 2011;24(3):137–9.
6. Malek R.S., Barrett D.M., Kuntzman R.S. High-power potassium-titanyl-phosphate (KTP/532) laser vaporization prostatectomy: 24 hours later. *Urology* 1998;51(2):254–6. DOI: 10.1016/s0090-4295(97)00613-4.
7. Osterberg E.C., Choi B.B. Review of current laser therapies for the treatment of benign prostatic hyperplasia. *Korean J Urol* 2013;54(6):351–8. DOI: 10.4111/kju.2013.54.6.351.
8. Bachmann A., Tubaro A., Barber N. et al. A European multicenter randomized noninferiority trial comparing 180 W GreenLight XPS laser vaporization and transurethral resection of the prostate for the treatment of benign prostatic obstruction: 12-month results of the GOLLATH study. *J Urol* 2015;193(2):570–8. DOI: 10.1016/j.juro.2014.09.001.
9. Thangasamy I.A., Chalasani V., Bachmann A., Woo H.H. Photoselective vaporisation of the prostate using 80-W and 120-W laser *versus* transurethral resection of the prostate for benign prostatic hyperplasia: a systematic review with meta-analysis from 2002 to 2012. *Eur Urol* 2012;62(2):315–23. DOI: 10.1016/j.eururo.2012.04.051.
10. Zhang X., Geng J., Zheng J. et al. Photoselective vaporization *versus* transurethral resection of the prostate for benign prostatic hyperplasia: a meta-analysis. *J Endourol* 2012;26(9):1109–17. DOI: 10.1089/end.2012.0136.
11. Cornu J.N., Ahyai S., Bachmann A. et al. A systematic review and meta-analysis of functional outcomes and complications following transurethral procedures for lower

- urinary tract symptoms resulting from benign prostatic obstruction: an update. *Eur Urol* 2015;67(6):1066–96. DOI: 10.1016/j.eururo.2014.06.017.
12. Bach T., Muschter R., Sroka R. et al. Laser treatment of benign prostatic obstruction: basics and physical differences. *Eur Urol* 2012;61(2):317–25. DOI: 10.1016/j.eururo.2011.10.009.
 13. Bachmann A., Muir G.H., Collins E.J. et al. 180-W XPS GreenLight laser therapy for benign prostate hyperplasia: early safety, efficacy, and perioperative outcome after 201 procedures. *Eur Urol* 2012;61(3):600–7. DOI: 10.1016/j.eururo.2011.11.041.
 14. Chiang P.H., Chen C.H. Prostate vaporization in the treatment of benign prostatic hyperplasia by using a 200-w high-intensity diode laser. *Curr Urol Rep* 2010;11(4):249–53. DOI: 10.1007/s11934-010-0116-6.
 15. Chen C.H., Chiang P.H., Chuang Y.C. et al. Preliminary results of prostate vaporization in the treatment of benign prostatic hyperplasia by using a 200-W high-intensity diode laser. *Urology* 2010;75(3):658–63. DOI: 10.1016/j.urology.2009.09.
 16. Yang S.S., Hsieh C.H., Lee Y.S., Chang S.J. Diode laser(980 nm) enucleation of the prostate: a promising alternative to transurethral resection of the prostate. *Lasers Med Sci* 2013;28(2):353–60. DOI: 10.1007/s10103-011-1046-3.
 17. Razzaghi M.R., Mazloomfard M.M., Mokhtarpour H., Moeini A. Diode laser (980 nm) vaporization in comparison with transurethral resection of the prostate for benign prostatic hyperplasia: randomized clinical trial with 2-year follow-up. *Urology* 2014;84(3):526–32. DOI: 10.1016/j.urology.2014.05.027.
 18. Xu A., Zou Y., Li B. et al. A randomized trial comparing diode laser enucleation of the prostate with plasmakinetic enucleation and resection of the prostate for the treatment of benign prostatic hyperplasia. *J Endourol* 2013;27(10):1254–60. DOI: 10.1089/end.2013.0107.
 19. Hoffman R.M., MacDonald R., Slaton J.W., Wilt T.J. Laser prostatectomy *versus* transurethral resection for treating benign prostatic obstruction: a systematic review. *J Urol* 2003;169(1):210–5. DOI: 10.1097/01.ju.0000039605.47283.71.
 20. Van Melick H.H., Van Venrooij G.E., Eckhardt M.D., Boon T.A. A randomized controlled trial comparing transurethral resection of the prostate, contact laser prostatectomy and electrovaporization in men with benign prostatic hyperplasia: urodynamic effects. *J Urol* 2002;168(3):1058–62. DOI: 10.1097/01.ju.0000026655.95081.cb.
 21. Donovan J.L., Peters T.J., Neal D.E. et al. A randomized trial comparing transurethral resection of the prostate, laser therapy and conservative treatment of men with symptoms associated with benign prostatic enlargement: the CLaSP study. *J Urol* 2000;164(1):65–70.
 22. Hoekstra R.J., Van Melick H.H., Kok E.T., Ruud Bosch J.L. A 10-year follow-up after transurethral resection of the prostate, contact laser prostatectomy and electro-

- vaporization in men with benign prostatic hyperplasia; long-term results of a randomized controlled trial. *BJU Int* 2010;106(6):822–6. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2010.09229.x.
23. Lerner L.B., Tyson M.D. Holmium laser applications of the prostate. *Urol Clin North Am* 2009;36(4):485–95. DOI: 10.1016/j.ucl.2009.07.005.
 24. Kim M., Lee H.E., Oh S.J. Technical aspects of holmium laser enucleation of the prostate for benign prostatic hyperplasia. *Korean J Urol* 2013;54(9):570–9. DOI: 10.4111/kju.2013.54.9.570.
 25. Aho T.F. Holmium laser enucleation of the prostate: a paradigm shift in benign prostatic hyperplasia surgery. *Ther Adv Urol* 2013;5(5):245–53. DOI: 10.1177/1756287213498923.
 26. Kelly D.C., Das A. Holmium laser enucleation of the prostate technique for benign prostatic hyperplasia. *Can J Urol* 2012;19(1):6131–4.
 27. Gillig P.J., Kennett K., Das A.K. et al. Holmium laser enucleation of the prostate (HoLEP) combined with transurethral tissue morcellation: an update on the early clinical experience. *J Endourol* 1998;12(5):457–9. DOI: 10.1089/end.1998.12.457.
 28. Krambeck A.E., Handa S.E., Lingeman J.E. Experience with more than 1,000 holmium laser prostate enucleations for benign prostatic hyperplasia. *J Urol* 2013; 189(1 Suppl):S141–5. DOI: 10.1016/j.juro.2012.11.027.
 29. Elmansy H.M., Kotb A., Elhilali M.M. Holmium laser enucleation of the prostate: long-term durability of clinical outcomes and complication rates during 10 years of follow-up. *J Urol* 2011;186(5):1972–6. DOI: 10.1016/j.juro.2011.06.065.
 30. Elshal A.M., Elmansy H.M., Elhilali M.M. Feasibility of holmium laser enucleation of the prostate (HoLEP) for recurrent/residual benign prostatic hyperplasia (BPH). *BJU Int* 2012;110(11 Pt C): E845–50. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2012.11290.x.
 31. Gong Y.G., He D.L., Wang M.Z. et al. Holmium laser enucleation of the prostate: a modified enucleation technique and initial results. *J Urol* 2012;187(4):1336–40. DOI: 10.1016/j.juro.2011.11.093.
 32. Hwang J.C., Park S.M., Lee J.B. Holmium laser enucleation of the prostate for benign prostatic hyperplasia: effectiveness, safety, and overcoming of the learning curve. *Korean J Urol* 2010;51(9):619–24. DOI: 10.4111/kju.2010.51.9.619.
 33. Abdel-Hakim A.M., Habib E.I., El-Feel A.S. et al. Holmium laser enucleation of the prostate: initial report of the first 230 Egyptian cases performed in a single center. *Urology* 2010;76(2):448–52. DOI: 10.1016/j.urology.2009.12.035.
 34. Chen Y.B., Chen Q., Wang Z. et al. A prospective, randomized clinical trial comparing plasmakinetic resection of the prostate with holmium laser enucleation of the prostate based on a 2-year followup. *J Urol* 2013;189(1):217–22. DOI: 10.1016/j.juro.2012.08.087.

35. Cho M.C., Park J.H., Jeong M.S. et al. Predictor of de novo urinary incontinence following holmium laser enucleation of the prostate. *Neurourol Urodyn* 2011;30(7): 1343–9. DOI: 10.1002/nau.21050.
36. Gilling P.J., Kennett K.M., Fraundorfer M.R. Holmium laser enucleation of the prostate for glands larger than 100 g: an endourologic alternative to open prostatectomy. *J Endourol* 2000;14(6):529–31. DOI: 10.1089/end.2000.14.529.
37. Kuntz R.M., Lehrich K., Ahyai S.A. Holmium laser enucleation of the prostate *versus* open prostatectomy for prostates greater than 100 grams: 5-year follow-up results of a randomised clinical trial. *Eur Urol* 2008;53(1):160–6. DOI: 10.1016/j.eururo.2007.08.036.
38. Naspro R., Suardi N., Salonia A. et al. Holmium laser enucleation of the prostate versus open prostatectomy for prostates >70 g: 24-month follow-up. *Eur Urol* 2006;50(3):563–8. DOI: 10.1016/j.eururo.2006.04.003.
39. Krambeck A.E., Handa S.E., Lingeman J.E. Holmium laser enucleation of the prostate for prostates larger than 175 grams. *J Endourol* 2010;24(3):433–7. DOI: 10.1089/end.2009.0147.
40. Kim M., Piao S., Lee H.E. et al. Efficacy and safety of holmium laser enucleation of the prostate for extremely large prostatic adenoma in patients with benign prostatic hyperplasia. *Korean J Urol* 2015;56(3):218–26. DOI: 10.4111/kju.2015.56.3.218.
41. Lee M.H., Yang H.J., Kim D.S. et al. Holmium laser enucleation of the prostate is effective in the treatment of symptomatic benign prostatic hyperplasia of any size including a small prostate. *Korean J Urol* 2014;55(11):737–41. DOI: 10.4111/kju.2014.55.11.737.
42. Yin L., Teng J., Huang C.J. et al. Holmium laser enucleation of the prostate *versus* transurethral resection of the prostate: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Endourol* 2013;27(5):604–11. DOI: 10.1089/end.2012.0505.
43. Shah M., Syed A., Hardacker T. et al. PD39–05 Incidence and management of persistent stress urinary incontinence after holmium laser enucleation the prostate. *J Urol* 2018;199(4S):e799–800. DOI: 10.1016/j.juro.2018.02.1917.
44. Nam J.K., Kim H.W., Lee D.H. et al. Risk factors for transient urinary incontinence after holmium laser enucleation of the prostate. *World J Mens Health* 2015;33(2): 88–94. DOI: 10.5534/wjmh.2015.33.2.88.
45. Jeong M.S., Ha S.B., Lee C.J. et al. Serial changes in sexual function following holmium laser enucleation of the prostate: a short-term follow-up study. *Korean J Urol* 2012;53(2):104–8. DOI: 10.4111/kju.2012.53.2.104.
46. Klett D.E., Tyson M.D. 2nd, Mmeje C.O. et al. Patient-reported sexual outcomes after holmium laser enucleation of the prostate: a 3-year follow-up study. *Urology* 2014;84(2):421–6. DOI: 10.1016/j.urology.2014.04.042.

47. Marien T, Kadihasanoglu M, Miller N.L. et al. Holmium laser enucleation of the prostate: patient selection and perspectives. *Res Rep Urol* 2016;8:181–92. DOI: 10.2147/RRU.S100245.
48. Kim M, Song S.H., Ku J.H. et al. Pilot study of the clinical efficacy of ejaculatory hood sparing technique for ejaculation preservation in Holmium laser enucleation of the prostate. *Int J Impot Res* 2015;27(1):20–4. DOI: 10.1038/ijir.2014.22.
49. Lerner L.B., Tyson M.D., Mendoza P.J. Stress incontinence during the learning curve of holmium laser enucleation of the prostate. *J Endourol* 2010;24(10):1655–8. DOI: 10.1089/end.2010.0021.
50. Bae J., Oh S.J., Paick J.S. The learning curve for holmium laser enucleation of the prostate: a single-center experience. *Korean J Urol* 2010;51(10):688–93. DOI: 10.4111/kju.2010.51.10.688.
51. Aydin A., Ahmed K., Brewin J. et al. Face and content validation of the prostatic hyperplasia model and holmium laser surgery simulator. *J Surg Educ* 2014;71(3): 339–44. DOI: 10.1016/j.j Surg.2013.11.004.
52. Xia S.J., Zhang Y.N., Lu J. et al. [Thulium laser resection of prostate-tangerine technique in the treatment of benign prostatic hyperplasia (In Chinese)]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* 2005;85(45):3225–8.
53. Bach T., Herrmann T.R., Ganzer R. et al. Revolix vaporessection of the prostate: initial results of 54 patients with a 1-year follow-up. *World J Urol* 2007;25(3):257–62. DOI: 10.1007/s00345-007-0171-x.
54. Bach T., Xia S.J., Yang Y. et al. Thulium:YAG 2 μm cw laser prostatectomy: where do we stand? *World J Urol* 2010;28(2):163–8. DOI: 10.1007/s00345-010-0522-x.
55. Bach T., Netsch C., Haecker A. et al. Thulium:YAG laser enucleation (VapoEnucleation) of the prostate: safety and durability during intermediate-term follow-up. *World J Urol* 2010;28(1):39–43. DOI: 10.1007/s00345-009-0461-6.
56. Tang K., Xu Z., Xia D. et al. Early outcomes of thulium laser *versus* transurethral resection of the prostate for managing benign prostatic hyperplasia: a systematic review and meta-analysis of comparative studies. *J Endourol* 2014;28(1):65–72. DOI: 10.1089/end.2013.0404.
57. Gross A.J., Netsch C., Knipper S. et al. Complications and early postoperative outcome in 1080 patients after thulium vapoenucleation of the prostate: results at a single institution. *Eur Urol* 2013;63(5):859–67. DOI: 10.1016/j.eururo.2012.11.048.
58. Netsch C., Pohlmann L., Herrmann T.R. et al. 120-W 2-μm thulium: yttrium-aluminium-garnet vapoenucleation of the prostate: 12-month follow-up. *BJU Int* 2012;110(1):96–101. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2011.10767.x.

59. Kyriazis I., Świniarski P. P., Jutzi S. et al. Transurethral anatomical enucleation of the prostate with Tm:YAG support (ThuLEP): review of the literature on a novel surgical approach in the management of benign prostatic enlargement. *World J Urol* 2015;33(4):525–30. DOI: 10.1007/s00345-015-1529-0.
60. Rausch S., Heider T., Bedke J. et al. Analysis of early morbidity and functional outcome of thulium: yttrium-aluminum-garnet laser enucleation for benign prostate enlargement: patient age and prostate size determine adverse surgical outcome. *Urology* 2015;85(1):182–8. DOI: 10.1016/j.urology.2014.10.002.
61. Świniarski P. P., Stepień S., Dudzic W. et al. Thulium laser enucleation of the prostate (TmLEP) *vs.* transurethral resection of the prostate (TURP): evaluation of early results. *Cent European J Urol* 2012;65(3):130–4. DOI: 10.5173/cej.2012.03.art6.
62. Zhang F., Shao Q., Herrmann T.R. et al. Thulium laser *versus* holmium laser transurethral enucleation of the prostate: 18-month follow-up data of a single center. *Urology* 2012;79(4):869–74. DOI: 10.1016/j.urology.2011.12.018.
63. Wang Y., Shao J., Lu Y. et al. Impact of 120-W 2- μ m continuous wave laser vaporization of the prostate on sexual function. *Lasers Med Sci* 2014;29(2):689–93. DOI: 10.1007/s10103-013-1386-2.
64. Carmignani L., Motta G., Signorini C. et al. Can thulium vaporization of the prostate be considered as safe and effective as thulium vaporization also for prostates larger than 80 ml? Preliminary results from a single institution. WCE 2017 abstract, Vancouver 12–16 Sept.; MP30–10.
65. Carmignani L., Clementi M.C., Nazzani S. et al. Thulium laser vaporization: how many grams per minute? WCE 2017 abstract, Vancouver 12–16 Sept.; MP30–9.
66. Carmignani L., Nazzani S., Motta G. et al. Sexual outcomes of thulium laser ejaculationsparing surgery (TES) for benign prostatic hyperplasia. WCE 2017 abstract, Vancouver 12–16 Sept.; MP25–16.
67. Carmignani L., Ratti D., Vizziello D. et al. Impact of Thuvep/Thuvap on sexual outcomes. *J Urol* 2016;195(4):e576–7.
68. Carmignani L., Bozzini G., Macchi A. et al. Sexual outcome of patients undergoing thulium laser enucleation of the prostate for benign prostatic hyperplasia. *Asian J Androl* 2015;17(5):802–6. DOI: 10.4103/1008-682X.139255.
69. Carmignani L., Macchi A., Ratti D. et al. One day surgery in the treatment of benign prostatic enlargement with thulium laser: a single institution experience. *Korean J Urol* 2015;56(5):365–9. DOI: 10.4111/kju.2015.56.5.365.
70. Carmignani L., Bozzini G., Ratti D. et al. Clinical course of patients receiving antiplatelets therapy who underwent thulium laser enucleation of the prostate. *Urology* 2014;84(4 Suppl 1):MP02.10.

71. Musi G., Mistretta F.A., Marengi C. et al. Thulium laser treatment of upper urinary tract carcinoma: a multi-institutional analysis of surgical and oncological outcomes. *J Endourol* 2018;32(3):257–63. DOI: 10.1089/end.2017.0915.
72. Gianduzzo T. 180 Watt Thulium laser vaporization of the prostate for BPH – safety and efficacy in 100 cases with up to 1 year follow up. USANZ 2014, 67th annual scientific meeting, Brisbane; No. 085.
73. Maruccia S., Saredi G., Parma P. et al. Thulium laser treatment of upper urinary tract transitional cell carcinoma. *Eur Urol Suppl* 2017;16(3):e1802.
74. Bozzini G., Seveso M., Melegari S. et al. Thulium laser enucleation (ThuLEP) *versus* transurethral resection of the prostate in saline (TURiS): a randomized prospective trial to compare intra and early postoperative outcomes. *Actas Urol Esp* 2017; 41(5):309–15. DOI: 10.1016/j.acuro.2016.06.010.
75. Carmignani L., Macchi A., Ratti D. et al. Are histological findings of thulium laser vapoenucleation versus transurethral resection of the prostate comparable? *Pathol Oncol Res* 2015;21(4):1071–5. DOI: 10.1007/s12253-015-9931-x.
76. Carmignani L., Bozzini G., Casellato S. et al. Irritative symptoms after thulium laser enucleation of the prostate (Thulep): our experience. 25th World Congress on Video-urology. 2015; PP-05.
77. Carmignani L., Pastore A., Picozzi S.C. et al. Thulium laser prostate enucleation in refractory urinary retention: operative and functional outcomes in a large cohort of patients. *Urology* 2016;93:152–7. DOI: 10.1016/j.jurology.2016.02.015.
78. Bozzini G., Casellato S., Maruccia S. et al. PD23–04 Thulium laser enucleation (ThuLEP) *versus* transurethral resection of the prostate in saline (TURiS): a randomized prospective trial to compare costs per procedure. *J Urol* 2017; 197(4 Suppl):e448. DOI: 10.1016/j.juro.2017.02.1068.
79. Bozzini G., Taverna G., Seveso M. et al. ThuLEP *vs* TURiS, a randomized prospective trial to compare intra and early postoperative outcomes. *Eur Urol Suppl* 2016; 15(3):e1086.

Пушкарь Дмитрий Юрьевич, **Колонтарев** Константин Борисович,
Говоров Александр Викторович, **Забродина** Наталья Борисовна

Лазерные технологии в лечении доброкачественной гиперплазии предстательной железы

Учебно-методические рекомендации № 40

Редактор-корректор: *Е.Г. Бабаскина*

Дизайн: *Е.В. Степанова*

Верстка: *О.В. Гончарук*

Подписано в печать 12.11.2019.

Формат 148 × 210 мм.

Гарнитура GaramondNarrowC.

Печать офсетная.

Тираж 2000 экз.

Отпечатано в типографии

ООО «Медиаколонор».

Заказ №

ООО «Издательский дом «АБВ-пресс»
109443, Москва, Каширское ш., 24, стр. 15

Тел./факс: +7 (499) 929-96-19

E-mail: abv@abvpress.ru

www.abvpress.ru