

<https://doi.org/10.29188/2222-8543-2022-15-2-24-31>

Лазерные технологии в лечении доброкачественной гиперплазии предстательной железы

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

П.И. Быков, А.А. Ширяев, К.Б. Колонтарев

ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации; д. 20, стр. 1., ул. Десятская, Москва, 127473, Россия

Контакт: Быков Павел Игоревич, dr.bykov.pavel@gmail.com

Аннотация:

Введение. Доброкачественная гиперплазия предстательной железы (ДГПЖ) является распространенным заболеванием среди мужчин старше 40 лет. Трансуретральная резекция предстательной железы (ТУР ПЖ) традиционно считается «золотым стандартом» оперативного лечения пациентов с ДГПЖ. Появление и популяризация лазерной энергии привело к развитию хирургических технологий, способных вплотную приблизиться, а в ряде случаев даже превзойти эффективность и безопасность ТУР ПЖ.

Материалы и методы. Поиск данных выполнялся в базах PubMed, Web of Science, Google Scholar и научной электронной библиотеки eLibrary.ru по сл. ключевым словам: доброкачественная гиперплазия предстательной железы, хирургическое лечение; трансуретральная резекция предстательной железы; тулиевый лазер; гольмиевый лазер; фотоселективная вапоризация; система GreenLight; лазерная энергия; экономическая эффективность. Среди всех доступных в настоящее время лазерных энергий наибольшее количество публикаций посвящено использованию гольмиевой и тулиевой энергии для лазерной энуклеации ПЖ (HoLEP и THuLEP).

Результаты. Эффективность применения HoLEP хорошо изучена при помощи работ, посвященных использованию данной техники, включая многочисленные рандомизированные контролируемые исследования. Безопасность и эффективность оперативного вмешательства у пациентов с большим объемом ПЖ (> 100 г) была подтверждена в 2000 году. При этом эффективность процедуры была сравнима с открытой операцией, в то время как периоперационная морбидность была ниже в группе пациентов, перенесших HoLEP. Тулиевый лазер обладает длиной волны 2013 нм, глубиной проникновения 0,25 мм, используя в качестве абсорбирующего хромофора воду. В отличие от гольмиевого лазера, энергия высвобождается в непрерывном видимом режиме. Данная энергия для лечения пациентов с ДГПЖ впервые была применена в 2015 году. Выполнение THuLEP было изучено в мета-анализе, выполненном I. Kuriqizis и соавт. В данную работу было включено 4 исследования (две рандомизированные работы, сравнивающие THuLEP с ТУР ПЖ или HoLEP и две проспективные когортные работы с периодом наблюдения 3-24 месяца). Авторы отметили уменьшение объема ПЖ на 87%, значимое изменение в показателях Qmax и IPSS не уступающее изменениям получаемыми при выполнении ТУР ПЖ.

Заключение. В настоящее время доступно к использованию большое количество разнообразных лазерных хирургических систем, отличающихся видами применяемой лазерной энергии. Оперативное лечение ДГПЖ может быть осуществлено любым методом лазерной хирургии. Наиболее перспективным и безопасным методом лечения ДГПЖ является применение тулиевой лазерной энергии. Однако данных об экономической эффективности лазерных технологий недостаточно.

Ключевые слова: доброкачественная гиперплазия предстательной железы; хирургическое лечение; трансуретральная резекция предстательной железы; тулиевый лазер; гольмиевый лазер; фотоселективная вапоризация; система GreenLight; лазерная энергия; экономическая эффективность.

Для цитирования: Быков П.И., Ширяев А.А., Колонтарев К.Б. Лазерные технологии в лечении доброкачественной гиперплазии предстательной железы. Экспериментальная и клиническая урология 2022;15(2)24-31; <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2022-15-2-24-31>

<https://doi.org/10.29188/2222-8543-2022-15-2-24-31>

Laser technologies in treatment of benign prostatic hyperplasia

LITERATURE REVIEW

P.I. Bykov, A.A. Shiryaev, K.B. Kolontarev

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; Build 1, Delegatskaya st., 20, Moscow 127473, Russia

Contacts: Pavel I. Bykov, dr.bykov.pavel@gmail.com

Summary:

Introduction. Benign prostatic hyperplasia (BPH) is a common disease among men over 40 years old. Transurethral resection of the prostate has traditionally been considered the «gold standard» for surgical treatment of patients with BPH. The emergence and popularization of laser energy has led to the development of surgical technologies that can closely approach, and in some cases even exceed the effectiveness and safety of TURP.

Materials and methods. The data were searched in the PubMed, Web of Science, databases of Google Scholar and the scientific electronic library eLibrary.ru using the following keywords: benign prostatic hyperplasia, surgical treatment; transurethral resection of the prostate; tulium laser; holmium laser; photoselective vaporization; GreenLight system; laser energy; cost-effectiveness. Among all currently available laser energies the greatest number of publications is devoted to the use of holmium and thulium energy for laser enucleation of the prostate (HoLEP and THuLEP).

Results. The effectiveness of HoLEP has been well studied with papers on the use of this technique, including numerous randomized controlled trials. The safety and efficacy of surgical intervention in patients with a large prostate volume (>100 g) was confirmed in 2000. The efficacy of the procedure was comparable to open surgery, while perioperative morbidity was lower in the group of patients who underwent HoLEP.

The Tulum laser has a wavelength of 2013 nm and a penetration depth of 0.25 mm, using water as an absorbing chromophore. Unlike the holmium laser, energy is released in a continuous visible mode. This energy for the treatment of patients with BPH was first used in 2015. ThuLEP was studied in a meta-analysis by Kyriazis et al. Four studies (two randomized studies comparing ThuLEP with TURP or HoLEP and two prospective cohort studies with a follow-up period of 3-24 months) were included in this work. The authors reported an 87% reduction in prostate volume, a significant change in Qmax and IPSS, on par with TURP.

Conclusion. A large variety of laser surgical systems are currently available, differing in the types of laser energy used. Surgical treatment of BPH can be performed using any method of laser surgery. The most promising and safe method for BPH treatment is the use of tulum laser energy. However, there is insufficient data on the cost-effectiveness of laser technologies.

Key words: benign prostatic hyperplasia; surgical treatment; transurethral resection of the prostate; tulum laser; holmium laser; photoselective vaporization; GreenLight system; laser energy; cost-effectiveness.

For citation: Bykov P.I., Shiryayev A.A., Kolontarev K.B. Laser technologies in treatment of benign prostatic hyperplasia. *Experimental and Clinical Urology*, 2022;15(2)24-31; <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2022-15-2-24-31>

ВВЕДЕНИЕ

Доброкачественная гиперплазия предстательной железы (ДГПЖ) является распространенным заболеванием среди мужчин старше 40 лет. Данное состояние характеризуется многообразием клинических проявлений, большинство из которых оказывают негативное влияние на качество жизни пациента. Симптомы нижних мочевых путей (СНМП), обусловленные ДГПЖ, отмечают более 20% американских мужчин в возрасте от 30 до 79 лет, или примерно 15 миллионов мужчин. Распространенность СНМП/ДГПЖ увеличивается с возрастом пациентов и достигает 80% среди мужчин старше 70 лет.

Трансуретральная резекция предстательной железы (ТУР ПЖ) традиционно считается «золотым стандартом» хирургического лечения пациентов с ДГПЖ. Несмотря на это, неоспоримым фактом является наличие достаточно большого количества значимых осложнений таких, как кровотечение и развитие ТУР-синдрома. Также к недостаткам ТУР ПЖ можно отнести довольно долгий период обучения. Появление и популяризация лазерной энергии привело к развитию хирургических технологий, способных вплотную приблизиться, а в ряде случаев даже превзойти эффективность и безопасность ТУР ПЖ [1-3, 60].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Поиск данных выполнялся в базах PubMed, Web of Science, Google Scholar и научной электронной библиотеки eLibrary.ru по следующим ключевым словам: доброкачественная гиперплазия предстательной железы, хирургическое лечение; трансуретральная резекция предстательной железы; тулиевый лазер; гольмиевый лазер; фотоселективная вапоризация; система GreenLight; лазерная энергия; экономическая эффективность. Среди всех доступных в настоящее время лазерных энергий наибольшее количество публикаций посвящено использованию гольмиевой и тулиевой энергии для лазерной энуклеации предстательной железы (HoLEP и THuLEP). В настоящем обзоре проанализирована 51 публикация.

СОВРЕМЕННЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ ЭНЕРГИИ

Гольмиевый лазер

Механизм действия

Гольмиевая энергия доставляется к ткани посредством гибких кварцевых волокон, содержащих малое количество воды, и высвобождается короткими импульсами. Абсорбирующим хромофором для гольмиевой энергии является вода. Длина волны 2140 нм и проникающая способность в ткань ПЖ на глубину 0,5 мм обеспечивает необходимый эффект. При этом дальнейшее распространение энергии предотвращается наличием клеточной и внеклеточной жидкости, что в свою очередь препятствует развитию глубокого термального тканевого эффекта [4]. Благодаря наличию в ткани ПЖ большого количества воды и, соответственно, прекрасной термальной кондукции, хирургу предоставляется возможность применять как абляцию, так и коагуляцию. Пульсовый механизм доставки энергии также способствует процессу вапоризации ткани. Более того, гемостаз достигается независимо от коагулятивного профиля пациента, что идеально подходит для пациентов, находящихся на терапии антикоагулянтами [4].

Оперативное лечение ДГПЖ

Гольмиевая энергия для хирургических манипуляций у пациентов с ДГПЖ была впервые применена в 1994 году совместно с Nd:YAG энергией. В ходе операции после выполненной коагуляции при помощи Nd:YAG лазера 1064 нм с волновыми характеристиками, применялась гольмиевая энергия для вапоризации и инцизии. Предложенная техника носила название Combination Endoscopic Laser Ablation (CELAP). В дальнейшем от неодимового компонента отказались в пользу полностью гольмиевой техники абляции ПЖ с использованием гольмия. Суть последующей модификации техники для выполнения лазерной резекции ПЖ была в использовании торцевого проводящего волокна. После внедрения в технику операции механического морцеллятора стало возможным выполнение лазерной энуклеации при ДГПЖ (HoLEP). На фоне большого количества новых публикаций, а также за счет разработки новых лазерных установок, популярность HoLEP стремительно возрастала [5, 6]. ■

При гольмиевой лазерной энуклеации лазерное волокно находится на дистальном конце эндоскопа, что позволяет контролировать лазерное волокно и тубус резектоскопа одновременно.

Первым этапом гольмиевой энуклеации ПЖ является осуществление инцизии на 17 и 19 часах условного циферблата и затем проводится энуклеация средней доли ПЖ. Позже была разработана техника двухдолевой энуклеации и энуклеации en-bloc, которые по мнению некоторых авторов являются предпочтительной. После завершения гемостаза энуклеированная ткань морцеллируется и удаляется [7].

Эффективность оперативного вмешательства

Эффективность применения HoLEP хорошо изучена при помощи работ, посвященных использованию данной техники, включая многочисленные рандомизированные контролируемые исследования. Впервые обещающие результаты были представлены в 1998 году P.J. Gilling и соавт. Ученые сообщили о проведенном проспективном исследовании 64 пациентов со средним объемом ПЖ 73 см. При этом после оперативного лечения авторы отметили статистически значимое улучшение максимальной скорости мочеиспускания (Qmax) [8]. Крупнейшее ретроспективное исследование, посвященное изучению результатов гольмиевой лазерной энуклеации ПЖ, было выполнено с привлечением 1065 пациентов. Улучшение показателя максимальной объемной скорости мочеиспускания увеличилось на 157–470%, при этом количество остаточной мочи снижалось по меньшей мере на 80% [9]. Немаловажным в контексте оценки эффективности проведенных оперативных методик являлось использование валидизированных международных опросников, таких как IPSS, IIEF, QoL. По данным вышеуказанных анкет, итоговый балл порой улучшался на 70% [9-16].

Несколько исследований оценивали эффективность выполнения HoLEP основываясь на таких характеристиках пациентов, как возраст и объем ПЖ. Эффективность и безопасность оперативного вмешательства у пациентов с большим объемом ПЖ (более 100 г) была подтверждена в 2000 году. При этом эффективность процедуры была сравнима с открытой операцией, в то время как периоперационная морбидность была ниже в группе пациентов, перенесших HoLEP [17-20]. В 2007 году были опубликованы результаты 5-летнего наблюдения за пациентами с ПЖ больших размеров, включенными в рандомизированное сравнительное исследование выполнения лазерной энуклеации ПЖ и открытой простатэктомии. Авторы отметили значимую разницу в показателях по опроснику AUASA, Qmax и объеме остаточной мочи в пользу группы пациентов, перенесших HoLEP. Достоверной разницы в частоте развития осложнений авторы не отметили [18]. Позже M. Kim и соавт. опубликовали результаты ретроспективного исследования по изучению

применения гольмиевого лазера у пациентов с очень большим объемом ПЖ (более 200 г). И в данной работе авторы отметили преимущество HoLEP. Изучаемые показатели результатов по опроснику (IPSS и Qmax) спустя 6 месяцев наблюдения были сравнимы с аналогичными показателями в группе пациентов с умеренным (100-200 г) и малым (менее 100 г) объемом ПЖ. В ходе работы стало понятным, что большой объем ПЖ приводит к увеличению времени операции, более высокой частоте возникновения транзиторной дизурии, большей длительности катетеризации мочевого пузыря и госпитализации. Однако, как и во всех предыдущих исследованиях, авторы не отметили роста частоты возникновения таких осложнений, как кровотечение, требующего проведения гемотрансфузии, повторной операции и/или конверсии к ТУР ПЖ [21]. Основным выводом стало появление рекомендации о безопасном и эффективном применении гольмиевой лазерной энергии у пациентов с очень большим объемом ПЖ. При этом несомненным является факт наличия значимого опыта выполнения подобного вмешательства у хирурга, что позволяет более четко ориентироваться в ходе оперативного лечения [18-22].

Мета-анализ, выполненный L. Yin и соавт. был посвящен сравнению HoLEP и ТУР ПЖ у пациентов с наличием ДГПЖ. Результаты данного сравнительного исследования указали на превосходство лазерной энергии при оценке эффективности при помощи шкалы IPSS и Qmax спустя 12 месяцев наблюдения [23]. Не было отмечено достоверной разницы в частоте развития осложнений в двух группах. В группе ТУР ПЖ длительность оперативного лечения и транзиторной дизурии была меньшей, так же как и длительность госпитализации и катетеризации мочевого пузыря. Несмотря на это, авторы сделали вывод, что лазерная хирургия является сильным конкурентом и очень хорошей альтернативой традиционной ТУР ПЖ [23].

Два ключевых рандомизированных исследования подтверждают преимущество HoLEP перед открытой хирургией при наблюдении за пациентами в срок до 5 лет [18, 19]. Оба исследования указывают на эквивалентную эффективность с меньшей длительностью госпитализации и катетеризации мочевого пузыря в группе лазерной хирургии.

Осложнения

В одном из крупнейших ретроспективных исследований (1065 пациентов) самым частым осложнением явилось наличие транзиторного недержания мочи (ургентного и/или стрессового). Частота развития данного осложнения составила 11-12% [9].

Плюсом лазерной хирургии является возможность термальной коагуляции ткани ПЖ, что приводит к мгновенному кровоостанавливающему эффекту, снижению абсорбции жидкости. Применение обычного физиологического раствора при выполнении энуклеа-

ций также снижает риск развития синдрома диллюционной гипонатриемии (ТУР), что особенно важно при лечении пациентов с большими объемами ПЖ.

Кровотечение, конверсия, травма мочевого пузыря и развитие сепсиса у пациентов, перенесших лазерную хирургию, отмечались крайне редко – менее 1% [9]. Факторами риска развития недержания мочи являются травма мочевого пузыря, сахарный диабет, объем ПЖ более 81 г [10, 16]. Ранние исследования предположили отсутствие воздействия HoLEP на сексуальную функцию пациентов, однако отсутствие использования валидизированных инструментов для оценки сексуальной функции (например ПЕФ) не позволяют говорить об этом достоверно [24]. Лишь в 2014 г. D.E. Klett и соавт. в своей работе продемонстрировали отсутствие отрицательного влияния лазерной на сексуальную функцию [25]. При этом средний показатель ПЕФ (13,3) значимо не изменился и через 36 месяцев наблюдения и составил 11,8. Другие исследования, сравнивающие различные техники оперативного лечения (лазерная хирургия, ТУР ПЖ и открытая хирургия), не отметили достоверной разницы в развитии осложнений сексуальной сферы [8, 10, 18, 19]. Несколько исследований указали на совершенно особый период обучения лазерной хирургии с наличием развития максимальной частоты побочных явлений в ходе выполнения первых 30-50 случаев [26, 27]. Для минимизации частоты побочных явлений в ходе периода обучения были предложены несколько подходов – прохождение этапов оперативного лечения на симуляторе и тщательный отбор пациентов [20, 28].

Сегодня доказательная база применения HoLEP у пациентов с ДГПЖ позволяет говорить о данной технике, как о безопасной и эффективной. Профиль осложнений менее выражен по сравнению с традиционной трансуретральной и открытой хирургией. Некоторые авторы высказывают мнение о скорой смене «золотого стандарта» оперативного лечения пациентов с ДГПЖ именно на лазерный подход в частности на применение HoLEP [6, 29]. До появления и начала всестороннего применения тулиевой лазерной энергии, применение гольмиевого лазера было наиболее перспективным направлением. В настоящий момент многие хирурги продолжают выполнение гольмиевой энуклеации с хорошими результатами, однако налицо тенденция к смене приоритетов в отношении выбора лазерной энергии для оперативного лечения пациентов с ДГПЖ.

ТУЛИЕВЫЙ ЛАЗЕР

Механизм действия

Тулиевый лазер обладает длиной волны 2013 нм, глубиной проникновения – 0,25 мм, использует в качестве абсорбирующего хромофора воду [2]. В отличие

от гольмиевой, тулиевая энергия является непрерывной.

Оперативное лечение ДГПЖ

Тулиевая энергия для лечения пациентов с ДГПЖ впервые была применена в 2015 году в виде лазерной вапоризации ПЖ (TmLRP-TT thulium laser resection of the prostate). Ткань ПЖ нарезалась мелкими фрагментами с последующим их извлечением [30]. В дальнейшем была предложена другая техника оперативного лечения – комбинация вапоризации и резекции ПЖ (ThuVAP thulium vaporessection of the prostate) [31, 32]. Далее в 2009 году T. Vach и соавт. опубликовали результаты выполнения энуклеации ПЖ, которая получила название вапоэнуклеации (ThuVER thulium varoenucleation of the prostate). В последствии данная манипуляция была переименована в тулиевую лазерную энуклеацию ПЖ (ThuLEP thulium laser enucleation of the prostate) [32, 33].

Эффективность оперативного вмешательства

В 2010 г. T. Vach и соавт. опубликовали результаты систематического обзора, включавшего 11 исследований по изучению применения тулиевой энергии у пациентов с ДГПЖ. Средняя продолжительность периода наблюдения составила 16 месяцев, сумма баллов по шкале IPSS увеличилась на 14,2 балла; по шкале QoL – на 3,2 балла; Qmax – на 14,5 мл/с и объема остаточной мочи – на 82,8% [32].

K. Tang и соавт. в свой мета-анализ, посвященный применению тулиевой лазерной энергии для вапоризации ПЖ включили 9 исследований (ретроспективные, проспективные и рандомизированные). Авторы не обнаружили значимой разницы в показателях Qmax, QoL, IPSS и объеме остаточной мочи спустя 12 месяцев наблюдения по сравнению с группой пациентов, перенесших ТУР ПЖ [34].

Результаты выполнения ThuVER были изучены в исследовании с привлечением большого количества пациентов (1080 человек). При этом были получены хорошие периоперационные показатели и профиль эффективности [35]. Еще одно исследование, включившее 207 пациентов, подтвердило данные показатели при наблюдении за пациентами в течение 12 месяцев (улучшение QoL на 3,2 балла; IPSS – на 16,8 баллов; Qmax – на 14,1 мл/с и объем остаточной мочи – на 132,5 мл) [36].

Выполнение ThuLEP было изучено в мета-анализе, выполненным I. Kyriazis и соавт. В данную работу было включено 4 исследования (две рандомизированные работы, сравнивающих ThuLEP с ТУР ПЖ или HoLEP и две проспективные когортные работы с периодом наблюдения 3-24 месяца). Авторы отметили уменьшение объема ПЖ на 87%, значимое изменение в показателях Qmax и IPSS, не уступающее изменениям, получаемым при выполнении ТУР ПЖ [37-40]. При этом авторами было указано на наличие у пациентов

клинической эффективности и удовлетворенности лечением наряду с кратким периодом транзиторной дизурии, что выгодно отличает применение тулиевой энергии для лечения ДГПЖ [37].

Осложнения

Применение тулиевого лазера значимо и достоверно снижает риск развития ТУР-синдрома, частоту гемотрансфузии и развития стриктуры уретры [34]. Частота развития других осложнений (повторная катетеризация мочевого пузыря, транзиторное недержание мочи, мочевиная инфекция, ретроградная эякуляция) была сопоставима с аналогичными показателями при выполнении ТУР ПЖ. Транзиторная дизурия и склероз шейки мочевого пузыря также встречались при выполнении ThuLEP, однако частота их развития оставалась приемлемой, что позволяет говорить о хорошем профиле безопасности применения тулиевой лазерной энергии у пациентов с ДГПЖ. Неверное использование морцелирующего инструмента при энуклеации ПЖ может привести к травмированию слизистой оболочки мочевого пузыря, однако частота развития подобного осложнения не велика и встречается в основном в периоде обучения, что связано с недостаточным опытом хирурга [37].

Наличие ретроградной эякуляции было ожидаемо отмечено во многих исследованиях. С другой стороны, каких-либо иных изменений со стороны сексуальной функции при использовании тулиевого лазера отмечено не было [41].

Доказательная база в отношении применения тулиевой энергии растет ежегодно. При этом качество публикаций также возрастает. Сегодня имеются данные о проведенных мультицентровых рандомизированных сравнительных исследованиях, на основании которых можно заключить, что предпочтительным является применение тулиевой энергии для оперативного лечения пациентов с ДГПЖ.

ФОТОСЕЛЕКТИВНАЯ ВАПОРИЗАЦИЯ (GREENLIGHT: KTP, LBO)

Механизм действия

Фотоселективная вапоризация (ФСВ) – собирательный термин обобщающий процесс абляции при использовании в основном лазерной энергии с длиной волны 532 нм. Первоначально это был лишь Potassium-titanyl-phosphate (KTP) лазер, являющийся кристаллическим лазером, разработанным на основе Nd:YAG лазера. На сегодняшний день еще один вариант лазерной энергии относится к ФСВ – Lithium triborate (LBO) лазер, сделанный для улучшения KTP лазеров [42, 43]. Эти системы известны коммерчески, как система GreenLight. Учитывая длину волны, глубина проникновения в ткани не превышает 0,8 мм. Абсорбирующим хромофором является гемоглобин [2]. Энергия высво-

бождается в виде квази-продолженной волны. Абляция достигается путем вапоризации [43].

Оперативное лечение ДГПЖ

Впервые фотоселективная вапоризация была применена в 1998 г. с использованием KTP [44]. Несмотря на то, что преимущества 80W KTP лазера известны хорошо, представить себе применение данной методики в качестве альтернативы ТУР ПЖ практически невозможно в связи со значительно большим временем оперативного пособия [45]. Таргетной популяцией для применения данной техники по мнению многих авторов являются пациенты высокого риска в отношении развития сердечно-сосудистых осложнений, находящихся на терапии антикоагулянтами. 120W KTP лазер ожидаемо сократил время оперативного лечения, но, к сожалению, не привел к улучшению функциональных результатов лечения и снижению частоты повторных операций. Однако публикаций по этой теме в зарубежной литературе не столь много, в связи с тем, что вышеописанная система относительно недавно вовлечена в клиническую практику после успешного завершения доклинических и клинических испытаний [46].

Эффективность операции

Несмотря на то, что термином ФСВ обозначаются все лазерные энергии с длиной волны 532 нм, различные мощности могут привести к различным клиническим результатам. В 2012 г. I.A. Thangasamy и соавт. опубликовали результаты проведенного мета-анализа, в котором авторы попытались сравнить эффективность применения 80 и 120W KTP лазеров с выполнением ТУР ПЖ у пациентов с ДГПЖ [47]. К сожалению, авторы не выделили группу пациентов, перенесших лазерное оперативное вмешательство согласно применяемой системе, обобщив результаты, что несомненно является выраженным ограничением исследования. В анализ были включены 9 работ: пять, посвященных применению 80W KTP лазера и четыре – применению 120W KTP лазера с выборкой пациентов от 20 до 155 пациентов и периодом наблюдения от 6 до 36 месяцев. В группе ФСВ длительность катетеризации мочевого пузыря и продолжительность госпитализации были короче, тогда как время оперативного вмешательства существенно короче в группе пациентов перенесших ТУР ПЖ. В трех включенных исследованиях не было отмечено какой-либо статистически достоверной разницы в изменениях показателей Qmax и IPSS.

Схожие результаты были опубликованы X. Zhang и соавт. [48]. В данном мета-анализе авторы также не обнаружили достоверной разницы в показателях IPSS и Qmax у пациентов обеих групп. Здесь также не производилось индивидуальной оценки воздействия 80 и 120W KTP лазеров. Наиболее масштабный мета-анализ был выполнен J.N. Cornu и соавт. [49]. Авторы сравнили ТУР ПЖ и лазерную энергию, доставляемую при помощи исключительно 120W KTP системы. В результате

также не было отмечено какой-либо разницы в исследуемых показателях между двумя группами.

Последняя разработка в семействе ФСВ лазеров – 180 W КТР лазер недавно завершил испытания, результаты первого рандомизированного, мультицентрового исследования «GOLIATH» опубликованы [46]. При этом авторы сообщают о том, что 180W КТР лазер не превышает по своей эффективности ТУР ПЖ.

Осложнения

Периоперационные результаты применения 80W и 120W КТР лазеров по сравнению с ТУР ПЖ являются более привлекательными в аспекте меньшей частоты гемотрансфузии и полном отсутствии риска развития ТУР-синдрома [47-49]. Не было отмечено разницы в частоте развития склероза шейки мочевого пузыря у пациентов после перенесенной ТУР ПЖ и лазерного оперативного лечения с помощью 80W и 120W КТР лазерных систем. Однако необходимость в повторных оперативных вмешательствах была значимо выше в группе ФСВ. Не было отмечено какой-либо разницы в воздействии на сексуальную функцию между группами ТУР ПЖ и ФСВ [47-49].

Экономическая эффективность методик

J.M. Benerjam-Gual и соавт. в своем двухлетнем исследовании по сравнению экономической эффективности GreenLight HPS и ТУР ПЖ пишет, что альтернатива GL HPS 120 Вт преобладает над ТУР ПЖ с точки зрения более высокой эффективности (0,075 QALY (quality-adjusted life year – годы жизни с поправкой на качество)) и более низкой стоимости (-393 €) на одного пациента, наблюдавшегося в течение 2 лет. Стоимость, связанная с хирургическим вмешательством, является основным фактором, определяющим общие затраты (3 000 €). Средняя стоимость лечения составила 3 152 и 3 602 € соответственно; разница: 450 €. Разбивка этих затрат на проанализированные периоды показывает, что послеоперационный этап дороже в группе ТУР ПЖ, в то время как хирургический этап – дешевле, чем в группе GreenLight HPS 120 Вт, и наоборот, что связано со стоимостью оборудования, необходимого для GL HPS 120 W. Более того, как это часто бывает с новыми медицинскими технологиями, цена единицы продукции со временем снижается. Результаты эффективности соответствуют полученным в рандомизированных контролируемых клинических исследованиях с 2-летним наблюдением, которые оценивали GLHPS 120 W по сравнению с ТУР ПЖ, показав сокращение времени пребывания в стационаре, хотя они указывают на более длительное время операции при использовании GL HPS 120 W [51].

S.M. Noble и соавт. в своем исследовании UNBLOCS сообщают о том, что общие скорректированные средние расходы NHS (National Health Service – Национальная Служба Здравоохранения Великобритании) на повторную медицинскую помощь в течение двенадцати месяцев наблюдения пациентов группы ТУР ПЖ были

на £9 меньше, чем в группе ТУВАРП (трансуретральная вапоризация ПЖ), что уменьшилось до 4 фунтов стерлингов, когда были подсчитаны все расходы на лечение. Большая продолжительность времени, необходимого для проведения ТУВАРП означала, что затраты на лечение пациентов группы ТУВАРП оставались более значимыми по сравнению с аналогичными затратами лечения пациентов группы ТУР ПЖ, несмотря на более длительное время восстановления и большее использование послеоперационных ресурсов для данной группы. Хотя эти затраты были очень похожи, низкие затраты и высокий показатель QALY в группе ТУР ПЖ означает, что вероятность того, что ТУР ПЖ является экономически эффективным вариантом, составляет не менее 76% при всех пороговых значениях на уровне и выше 20 000 фунтов стерлингов за QALY. Ожидаемые более низкие затраты в группе ТУВАРП в результате предполагаемого сокращения пребывания в больнице и возможности проведения операции в условиях дневного стационара не оправдались.

Другие исследования, сравнивающие ТУР ПЖ с другими лазерными процедурами, показали более низкую стоимость для лазерных процедур: в США фотоселективная вапоризация ПЖ (PVP) по сравнению с ТУР ПЖ (\$4 266 по сравнению \$5 097), в Австралии – PVP по сравнению ТУР ПЖ (AU\$3 368 по сравнению AU\$4 292) и в Новой Зеландии резекция ПЖ с использованием гольмиевой энергии (HoLRP) стоила на 24,5% меньше (\$651), чем ТУР ПЖ. Более низкая стоимость объясняется амбулаторным характером лазерного лечения, отсутствием или более коротким пребыванием пациентов в стационаре, сокращением времени катетеризации и низким уровнем осложнений. Эти ожидаемые преимущества процедуры ТУВАРП не наблюдались в исследовании UNBLOCS [62].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день доступно к использованию большое количество разнообразных лазерных хирургических систем, отличающихся видами применяемой лазерной энергии. Оперативное лечение ДГПЖ может быть осуществлено любым из приведенных в данной статье методов лазерной хирургии. Вплоть до недавнего времени наиболее популярными, безопасными и эффективными методами являлось выполнение HoLEP с использованием соответственно гольмиевой лазерной энергии и ФСВ длиной волны 532 нм с использованием КТР лазерной энергии. Недостатки этих методов хорошо известны и изучены: длинный период обучения для HoLEP и большая длительность операции для КТР.

Наиболее перспективным в настоящее время является применение тулиевого лазерной энергии. Лечение пациентов с ДГПЖ при помощи данных систем

является безопасным и эффективным, что доказано целым рядом работ. Популярность применения данной методики растет повсеместно, количество сравнительных работ высокой степени достоверности возрастает ежегодно, что позволяет рассматривать ThuLEP в качестве наиболее эффективной и безопасной альтернативы выполнения трансуретральной резекции ПЖ

пациентам с доброкачественной гиперплазией предстательной железы. Однако данных об экономической эффективности методик в настоящий момент недостаточно, чтобы отдать предпочтение какому-либо из вышеперечисленных видов энергии. Более того от исследования к исследованию данные разнятся, что ставит перед научным сообществом новые задачи. ■

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Kahokehr AA, Gilling PJ. Which laser works best for benign prostatic hyperplasia? *Curr Urol Rep* 2013;14(6):614-9.
- Gravas S, Bachmann A, Reich O, Roehrborn CG, Gilling PJ, De La Rosette J. Critical review of lasers in benign prostatic hyperplasia (BPH). *BJU Int* 2011;107(7):1030-43. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2010.09954.x>.
- Kahokehr A, Gilling PJ. Enucleation techniques for benign prostate obstruction: which one and why? *Curr Opin Urol* 2014;24(1):49-55. <https://doi.org/10.1097/MOU.0000000000000005>.
- Lerner LB, Tyson MD. Holmium laser applications of the prostate. *Urol Clin North Am* 2009;36(4):485-95. <https://doi.org/10.1016/j.ucl.2009.07.005.vi>.
- Kim M, Lee HE, Oh SJ. Technical aspects of holmium laser enucleation of the prostate for benign prostatic hyperplasia. *Korean J Urol* 2013;54(9):570-9. <https://doi.org/10.4111/kju.2013.54.9.570>.
- Aho TF. Holmium laser enucleation of the prostate: a paradigm shift in benign prostatic hyperplasia surgery. *Ther Adv Urol* 2013;5(5):245-53.
- Kelly DC, Das A. Holmium laser enucleation of the prostate technique for benign prostatic hyperplasia. *Can J Urol* 2012;19(1):6131-4.
- Gilling PJ, Kennett K, Das AK, Thompson D, Fraundorfer MR. 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.
- Krambeck AE, Handa SE, Lingeman JE. Experience with more than 1,000 holmium laser prostate enucleations for benign prostatic hyperplasia. *J Urol* 2013;189(1 Suppl):S141-5. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2012.11.027>.
- Elmansy HM, Kotb A, Elhilali MM. 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. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2011.06.065>.
- Elshal AM, Elmansy HM, Elhilali MM. 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. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2012.11290.x>.
- Gong YG, He DL, Wang MZ, Li XD, Zhu GD, Zheng ZH, et al. Holmium laser enucleation of the prostate: a modified enucleation technique and initial results. *J Urol* 2012;187(4):1336-40. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2011.11.093>.
- Hwang JC, Park SM, Lee JB. 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. <https://doi.org/10.4111/kju.2010.51.9.619>.
- Abdel-Hakim AM, Habib EI, El-Feel AS, Elbaz AG, Fayad AM, Abdel-Hakim MA, 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. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2009.12.035>.
- Chen YB, Chen Q, Wang Z, Peng YB, Ma LM, Zheng DC, 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 Endourol* 2000(14):529-31.
- Cho MC, Park JH, Jeong MS, Yi JS, Ku JH, Oh SJ, et al. Predictor of de novo urinary incontinence following holmium laser enucleation of the prostate. *Neurourol Urodyn* 2011;30(7):1343-9. <https://doi.org/10.1002/nau.21050>.
- Gilling PJ, Kennett KM, Fraundorfer MR. Holmium laser enucleation of the prostate for glands larger than 100 g: an endourologic alternative to open prostatectomy. *J Endourol* 2000(14):529-31.
- Kuntz RM, Leirich K, Ahyai SA. 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):160-8.
- Naspro R, Suardi N, Salonia A, Scattoni V, Guazzoni G, Colombo R, 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.
- Krambeck AE, Handa SE, Lingeman JE. Holmium laser enucleation of the prostate for prostates larger than 175 grams. *J Endourol* 2010;24(3):433-7. <https://doi.org/10.1089/end.2009.0147>.
- Kim M, Piao S, Lee HE, Kim SH, Oh SJ. 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. <https://doi.org/10.4111/kju.2015.56.3.218>.
- Lee MH, Yang HJ, Kim DS, Lee CH, Jeon YS. 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. <https://doi.org/10.4111/kju.2014.55.11.737>.
- Yin L, Teng J, Huang CJ, Zhang X, Xu D. Holmium laser enucleation of the prostate versus transurethral resection of the prostate: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Endourol* 2013;27(5):604-11. <https://doi.org/10.1089/end.2012.0505>.
- Jeong MS, Ha SB, Lee CJ, Cho MC, Kim SW, Paick JS. 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. <https://doi.org/10.4111/kju.2012.53.2.104>.
- Klett DE, Tyson 2nd MD, Mmeje CO, Nunez-Nateras R, Chang YH, Humphreys MR. Patient-reported sexual outcomes after holmium laser enucleation of the prostate: a 3-year follow-up study. *Urology* 2014;84(2):421-6. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2014.04.042>.
- Lerner LB, Tyson MD, Mendoza PJ. Stress incontinence during the learning curve of holmium laser enucleation of the prostate. *J Endourol* 2010;24(10):1655-8. <https://doi.org/10.1089/end.2010.0021>.
- Bae J, Oh SJ, Paick JS. The learning curve for holmium laser enucleation of the prostate: a single-center experience. *Korean J Urol* 2010;51(10):688-93. <https://doi.org/10.4111/kju.2010.51.10.688>.
- Aydin A, Ahmed K, Brewin J, Khan MS, Dasgupta P, Aho T. Face and content validation of the prostatic hyperplasia model and holmium laser surgery simulator. *J Surg Educ* 2014;71(3):339-44. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2013.11.004>.
- Bach T, Muschter R, Sroka R, Gravas S, Skolarikos A, Herrmann TR, et al. Laser treatment of benign prostatic obstruction: basics and physical differences. *Eur Urol* 2012;61(2):317-25. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2011.10.009>.
- Xia SJ, Zhang YN, Lu J, Sun XW, Zhang J, Zhu YV, et al. Thulium laser resection of prostate-tangerine technique in the treatment of benign prostatic hyperplasia. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* 2005(85):3225-8.
- Bach T, Herrmann TR, Ganzer R, Burchardt M, Gross AJ. RevoLix vaporessection of the prostate: initial results of 54 patients with a 1-year follow-up. *World J Urol* 2007(25):257-62.
- Bach T, Xia SJ, Yang Y, Mattioli S, Watson GM, Gross AJ, et al. Thulium: YAG 2 mum cw laser prostatectomy: where do we stand? *World J Urol* 2010;28(2):163-8. <https://doi.org/10.1007/s00345-010-0522-x>.
- Bach T, Netsch C, Haecker A, Michel MS, Herrmann TR, Gross AJ. Thulium: YAG laser enucleation (VapoEnucleation) of the prostate: safety and durability during intermediate-term follow-up. *World J Urol* 2010;28(1):39-43. <https://doi.org/10.1007/s00345-009-0461-6>.
- Tang K, Xu Z, Xia D, Ma X, Guo X, Guan W, et al. Early outcomes of thulium

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- 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. <https://doi.org/10.1089/end.2013.0404>.
35. Gross AJ, Netsch C, Knipper S, Hölzel J, Bach T. Complications and early postoperative outcome in 1080 patients after thulium vaporenucleation of the prostate: results at a single institution. *Eur Urol* 2013;63(5):859–67. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2012.11.048>.
36. Netsch C, Pohlmann L, Herrmann TR, Gross AJ, Bach T. 120-W 2-Mm thulium:yttrium-aluminium-garnet vaporenucleation of the prostate: 12-month follow-up. *BJU Int* 2012;110(1):96–101. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2011.10767.x>.
37. Kyriazis I, Świniarski PP, Jutzi S, Wolters M, Netsch C, Burchard M, 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. <https://doi.org/10.1007/s00345-015-1529-0>.
38. Rausch S, Heider T, Bedke J, Kruck S, Schwentner C, Fischer K et al. Analysis of early morbidity and functional outcome of thulium: yttrium-aluminum-garnet laser enucleation for benign prostate 033. enlargement: patient age and prostate size determine adverse surgical outcome. *Urology* 2015;85(1):182–8. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2014.10.002>.
39. Paweł Świniarski P, Stępień S, Dudzic W, Kęsy S, Blewniewski M, Różański W. Thulium laser enucleation of the prostate (TmLEP) versus transurethral resection of the prostate (TURP): evaluation of early results. *Cent European J Urol* 2012;65(3):130–4. <https://doi.org/10.5173/cej.2012.03.art6>.
40. Zhang F, Shao Q, Herrmann TR, Tian Y, Zhang Y. 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. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2011.12.018>.
41. Wang Y, Shao J, Lu Y, Lü Y, Li X. Impact of 120-W 2-µm continuous wave laser vaporenucleation of the prostate on sexual function. *Lasers Med Sci* 2014;29(2):689–93. <https://doi.org/10.1007/s10103-013-1386-2>.
42. West KE, Woo HH. 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. <https://doi.org/10.4103/0974-7796.148579>.
43. Dogra PN, Saini AK. KTP laser prostatectomy-current status. *Journal International Medical Sciences Academy* 2011;24(3):137–9.
44. Malek RS, Barrett DM, Kuntzman RS. High-power potassium-titanylphosphate (KTP/532) laser vaporization prostatectomy: 24 hours later. *Urology* 1998;51(2):254–6.
45. Osterberg EC, Choi BB. Review of current laser therapies for the treatment of benign prostatic hyperplasia. *Korean J Urol* 2013;54(6):351–8. <https://doi.org/10.4111/kju.2013.54.6.351>.
46. Bachmann A, Tubaro A, Barber N, D'Ancona F, Muir G, Witzsch U, 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 GOLIATH study. *J Urol* 2015;193(2):570–8. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2014.09.001>.
47. Thangasamy IA, Chalasani V, Bachmann A, Woo HH. 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.
48. Zhang X, Geng J, Zheng J, Peng B, Che J, Liang C. Photoselective vaporization versus transurethral resection of the prostate for benign prostatic hyperplasia: a meta-analysis. *J Endourol* 2012;26(9):1109–17. <https://doi.org/10.1089/end.2012.0136>.
49. Cornu JN, Ahyai S, Bachmann A, de la Rosette J, Gilling P, Gratzke C, 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. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2014.06.017>.
50. Kathryn Brigham Egan, PhD, MPH. The epidemiology of benign prostatic hyperplasia associated with lower urinary tract symptoms prevalence and incident rates. *Urol Clin N Am* 2016(43):289–297.
51. J.M. Benjiam-Gual, A. Sanz-Granda, R. García-Mirallas Grávalos, A. Severa-Ruiz de Velasco y J. Pons-Viver. Análisis coste efectividad a 2 años del tratamiento quirúrgico de la hiperplasia benigna de próstata mediante vaporización fotoselectiva de la próstata con GreenLight PhotoVaporization 120 W versus resección transuretral de la próstata. *Actas Urológicas Españolas* 2014;38(4):238–243. [JM Benjiam-Gual, A. Sanz-Granda, R. García-Mirallas Grávalos, A. Severa-Ruiz de Velasco, and J. Pons-Viver. Cost-effectiveness analysis at 2 years of surgical treatment of benign prostatic hyperplasia by photoselective vaporization of the prostate with GreenLight PhotoVaporization 120 W versus transurethral resection of the prostate. *Actas Urológicas Españolas* 2014;38(4):238–243.]
52. SM Noble, AM Ahern, J Worthington, H Hashim, H Taylor, GJ Young, S Brookes, P Abrams, L Johnson, R Khan, T Page, S Swami and JA Lane. The cost-effectiveness of transurethral resection of the prostate versus Thulium laser transurethral vaporesction of the prostate in the UNBLOCS randomised controlled trial for benign prostatic obstruction. *BJUI International* 2020;126(5):523–648.

Сведения об авторах:

Быков П.И. – аспирант кафедры урологии Московского Государственного медико-стоматологического Университета им. А.И. Евдокимова; Москва, Россия

Ширяев А.А. – аспирант кафедры урологии Московского Государственного медико-стоматологического Университета им. А.И. Евдокимова; Москва, Россия

Колонтарев К.Б. – д.м.н., профессор; заведующий учебной частью ФДПО кафедры урологии МГМСУ им. А.И. Евдокимова, Москва, Россия

Вклад авторов:

Быков П.И. – статистическая обработка, написание текста, 40%

Ширяев А.А. – сбор и обработка материала, 20%

Колонтарев К.Б. – концепция и дизайн исследования, 40%

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Статья поступила: 27.04.22

Результаты рецензирования: 06.05.22

Исправления получены: 16.05.22

Принята к публикации: 27.05.22

Information about authors:

Bykov P.I. – postgraduate student of the Department of Urology at the A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry; Moscow, Russia

Shiryayev A.A. – postgraduate student of the Department of Urology, Moscow State Medical and Dental University named after A.I. Evdokimov; Moscow, Russia

Kolontarev K.B. – Dr. Sc., professor; head of the Educational Department of the Department of Urology, A.I. Evdokimov Moscow State Medical University, Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-4511-5998>

Authors' contributions:

Bykov P.I. – statistical processing, text writing, 40%

Shiryayev A.A. – material collection and processing, 20%

Kolontarev K.B. – research concept and design, 40%

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

Financing. The article was published without financial support.

Received: 27.04.22

Peer review: 06.05.22

Corrections received: 16.05.22

Accepted for publication: 27.05.22