

<https://doi.org/10.33878/2073-7556-2021-20-4-92-101>



Применение лазера в хирургическом лечении геморроя (обзор литературы)

Вышегородцев Д.В., Королик В.Ю., Богормистров И.С., Батталова А.М., Мухин И.А.

ФГБУ «НМИЦ колопроктологии имени А.Н. Рыжих» Минздрава России (ул. Саяма Адилы, д. 2, г. Москва, 123423, Россия)

РЕЗЮМЕ В обзоре литературы рассмотрены возможности и результаты лечения геморроя с применением лазера по сравнению с традиционными методами хирургического лечения этого заболевания. Оценивается эффективность и возможность малоинвазивного использования лазера в лечении геморроя при различной его длине волны. Описаны последние технические разработки лазерных технологий, открывающие хорошие перспективы для лечения этой болезни.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: геморрой, метод HeLP, лазерная геморроидопластика

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Вышегородцев Д.В., Королик В.Ю., Богормистров И.С., Батталова А.М., Мухин И.А. Применение лазера в хирургическом лечении геморроя (обзор литературы). *Колопроктология*. 2021; т. 20, № 4, с. 92–101. <https://doi.org/10.33878/2073-7556-2021-20-4-92-101>

The use of a laser in treatment of hemorrhoids (review)

Dmitry V. Vyshegorodtsev, Vyacheslav Yu. Korolik, Ilya S. Bogormistrov, Arina M. Battalova, Ivan A. Mukhin

Ryzhikh National Medical Research Center of Coloproctology (Salyama Adilya str., 2, Moscow, 123423, Russia)

ABSTRACT The literature review compares laser and traditional surgery for hemorrhoids. The efficiency and possibility of minimally invasive treatment using laser of different wavelengths were analyzed. The review described the innovative technologies of laser treatment of hemorrhoids which make this method promising.

KEYWORDS: hemorrhoids, procedure HeLP, hemorrhoidal LASER procedure

CONFLICT OF INTEREST: The authors declare no conflict of interest

FOR CITATION: Vyshegorodtsev D.V., Korolik V.Yu., Bogormistrov I.S., Battalova A.M., Mukhin I.A. The use of a laser in treatment of hemorrhoids (review). *Koloproktologia*. 2021;20(4):92–101. (in Russ.). <https://doi.org/10.33878/2073-7556-2021-20-4-92-101>

АДРЕС ДЛЯ ПЕРЕПИСКИ: Королик Вячеслав Юрьевич, ФГБУ «НМИЦ колопроктологии им. А.Н. Рыжих» Минздрава России, ул. Саяма Адилы, д. 2, г. Москва, 123423, Россия; e-mail: v.korolik@mail.ru

ADDRESS FOR CORRESPONDENCE: Vyacheslav Yu. Korolik, Ryzhikh National Medical Research Center of Coloproctology, Salyama Adilya str., 2, Moscow, 123423, Russia; e-mail: v.korolik@mail.ru

Дата поступления — 03.09.2021
Received — 03.09.2021

После доработки — 11.10.2021
Revised — 11.10.2021

Принято к публикации — 30.11.2021
Accepted for publication — 30.11.2021

Геморрой по-прежнему считается одним из самых распространенных заболеваний человека. Распространенность заболевания среди населения земного шара отличается в разных странах [1]. Так в России она составляет 130–145 человек на 1000 взрослого населения, а удельный вес геморроя в структуре заболеваний толстой кишки колеблется от 34 до 41% [2]. В странах Европы удельный вес этого заболевания составляет от 39% до 64%

[3,4], а в США геморрой диагностируется более чем у 1 млн населения в год [5].

История лечения геморроя насчитывает не одно столетие. Однако ни один из хирургических методов лечения, по-прежнему, не может полностью удовлетворить как хирургов, так и пациентов.

В настоящее время наиболее радикальным методом лечения является геморроидэктомия, которая применяется при 3 и 4 стадиях заболевания и является

достаточно эффективным методом лечения. Однако эта операция тяжело переносится пациентами ввиду выраженного послеоперационного болевого синдрома, нередким развитием расстройств мочеиспускания, длительным заживлением послеоперационных ран анального канала и сопровождается продолжительным периодом нетрудоспособности. В отдаленном периоде после геморроидэктомии могут встречаться такие осложнения, как стриктура анального канала (2,08–9%), недостаточность анального сфинктера (4–52%) и длительно незаживающие раны (2–18%) [6–16].

Именно поэтому в последние годы все большее место в лечении геморроидальной болезни занимают малоинвазивные методы лечения (лигирование латексными кольцами, склерозирование внутренних геморроидальных узлов, степлерная геморроидопексия по Лонго и дезартеризация геморроидальных узлов). Преимущества этих методов заключаются в малой интенсивности болевого синдрома, отсутствии необходимости в госпитализации или сокращении времени пребывания в стационаре, отсутствии ран в анальном канале, что, в конечном итоге, позволяет сократить сроки реабилитации пациента. Однако применение малоинвазивных методов в отличие от геморроидэктомии позволяет воздействовать лишь на один из факторов патогенеза геморроидальной болезни (механический или сосудистый). Так, главным образом, склеротерапия направлена на ликвидацию сосудистого фактора развития заболевания. Эффективность склерозирования внутренних геморроидальных узлов при 3–4 стадии геморроя не превышает 45% [17,18]. Лигирование латексными кольцами, главным образом, направлено на ликвидацию механического фактора развития заболевания, и его эффективность на поздних стадиях геморроя достигает не более 26% [19].

На современном этапе развития техники, применяемой в медицине, эффективность малоинвазивных методик лечения геморроя может быть расширена благодаря применению современных высокотехнологичных технологий, к которым относится лазерное излучение.

Использование лазера в различных областях медицины началось в 1962–64 гг. во многих странах мира, в том числе в СССР. Заметный прогресс лазерной хирургии в нашей стране стал возможным благодаря созданию в 1964 году CO₂-лазера — Скальпель-1. Опытный образец этой установки был разработан под руководством профессора Стельмаха М.Ф., который вместе с профессором Скобелкиным О.К. внес большой вклад в создание лазерной медицинской техники для здравоохранения в нашей стране [20].

Исследования показали, что при лазерном воздействии заживление ран имеет характерные

особенности, заключающиеся в сокращении экссудативной фазы воспаления, раннем формировании грануляционной ткани и отсутствии грубой рубцовой деформации просвета полых органов желудочно-кишечного тракта. Эти положения явились морфологическим обоснованием широкого применения лазерного излучения в различных областях хирургии [20]. Применение лазеров в хирургии основано на избыточной энергии которая трансформируется в флюоресцентное свечение, фотохимические реакции, фототермические и фотомеханические реакции. При высокоэнергетическом воздействии основная часть энергии превращается в тепловую, которая за счет диффузии распространяется от зоны воздействия. Способность теплового воздействия на кровь и сосудистую стенку вызывать формирование тромба привела к идее использования эндовазальных технологий для температурной облитерации несостоятельных вен. В зависимости от длительности воздействия и пиковых значений температуры фототермические реакции могут быть следующими: фотобиологические эффекты (нагрев ткани до 40–45°C); коагуляция (60–80°C); высушивание (80–100°C); обугливание (более 150°C); абляция (свыше 300°C) [21,22].

Для достижения избирательного поглощения лазерного излучения определенной тканью необходимо подбирать длину волны под основной хромофор этой ткани. Разные хромофоры характеризуются различными коэффициентами поглощения. Основными тканевыми хромофорами являются: гемоглобин и меланин, которые характеризуются высоким уровнем поглощения излучения длины волны до 600 нм. Вода хорошо поглощает излучение с длиной волны более 1150 нм. По данным ряда авторов известно, что для длины волны более 1150 нм вода становится доминирующим хромофором, а глубина проникновения излучения в ткани падает. Особенность избирательного поглощения излучения разных длин волн учитывалась уже в ранних исследованиях результатов лечения сосудистых образований кожи [21,22].

Операционный лазер должен обладать способностью рассеивания и коагуляции тканей. В хирургии нашли свое применение несколько типов лазеров: диодные лазеры; neodymium-YAG laser (неодимовый лазер); аргоновый лазер; лазеры с диоксидом углерода (CO₂-лазер) [23–25].

В последнее время все большее применение находят диодные лазеры, которые имеют широкий диапазон длин волн, что обеспечивает их селективное действие в различных тканях и органах. Для малоинвазивной хирургии требуются хирургические лазерные устройства, одновременно обеспечивающие хороший гемостаз и ограниченное проникновение в ткани. Они сократят продолжительность процедуры и предотвратят неожиданные интраоперационные

осложнения. В то же время сведенная к минимуму карбонизация тканей облегчит воспалительную реакцию и ускорит процесс регенерации. В ответ на растущий спрос в медицине разрабатываются мощные длинноволновые хирургических лазеры, излучающие свет на длине волны 1940 нм.

Использование лазерных технологий нашло свое место и в колопроктологии. Так в публикации Christine S. применял неодимовый лазер (Nd-YAG) у 41 пациента с эпителиальным копчиковым ходом (ЭКХ). Проведенное лечение оказалось успешным в 75% случаев [26]. Dragoni F. в своем исследовании так же описал применение лазера при лечении ЭКХ у 10 пациентов. Операция проводилась с использованием неодимового лазера с длиной волны 1064 нм. Отдаленные результаты лечения были прослежены через 2–4 года после последней процедуры. Рецидива заболевания не выявлено в данные сроки ни в одном случае [27].

В лечении свищей прямой кишки первые работы с использованием лазера берут свое начало с 1989 году, когда Хван С.А. с соавт. применили иссечение свища лазерным скальпелем [28]. В последующем Ellison G.W. (1995) использовал ND-YAG-лазер с длиной волны 1064 нм в экспериментальной работе у 20 собак [29]. Впервые в 2010 г. Wilhelm A. опубликовал результаты новой методики лечения свищей прямой кишки, заключающейся в лазерной коагуляции свищевого хода по методике FiLaC™. Средний период наблюдения за оперированными пациентами составил 7,4 (2–11) месяцев. Заживление свища зафиксировано у 81,8% пациентов [30]. В систематическом обзоре по применению лазерной термооблитерации свищевого хода Матинян А.В. с соавторами показал актуальность применения данного метода в лечении свищей прямой кишки [31].

Применение лазерных технологий не могло не затронуть лечение геморроя, как наиболее распространенного заболевания. На начальных этапах применение лазера было связано непосредственно с удалением внутренних геморроидальных узлов и не давало существенных преимуществ относительно различных модификаций геморроидэктомии. Так, Leff E.I. описал применение CO₂-лазера в лечении геморроя. Двести двадцать шесть пациентов подверглись геморроидэктомии одним хирургом за трехлетний период. У 170 (75,2%) пациентов операция выполнена с помощью CO₂-лазера. У остальных была выполнена стандартная закрытая геморроидэктомия. Пациентов проспективно наблюдали на предмет послеоперационной боли, заживления ран и осложнений. Автором не было обнаружено различий между лазерной и не-лазерной геморроидэктомией [32].

Iwagaki H. в своем исследовании 1816 пациентов установил, что полное время заживления после

лазерной хирургии не отличается от времени обычного хирургического вмешательства (от 3 до 6 недель). Все пациенты наблюдались от 3 до 6 месяцев, рецидивов геморроя не наблюдалось [33].

Senagore A. провел рандомизированное исследование, в которое было включено 86 пациентов с 3–4 стадией геморроя, из них 51 пациент оперирован с применением Nd: YAG-лазера и 35 пациентов стандартной методики Фергюсона. Выяснилось, что использование Nd: YAG-лазера для геморроидэктомии не дает преимуществ по сравнению с традиционной геморроидэктомией [34].

Pandini L.C. провел сравнительное проспективное исследование, в котором оценивал ближайшие послеоперационные результаты хирургического лечения геморроидальной болезни (HD) по методу Миллигана–Моргана с использованием лазера CO₂ или холодного скальпеля. В каждую группу вошло по 20 пациентов. Автором также не было выявлено различий в отношении осложнений, среднего времени заживления послеоперационных ран, возвращения к нормальной деятельности и удовлетворенности пациентов [35].

С другой стороны, Chia Y.W. провел исследование, в которое вошло 28 пациентов с геморроем 3 или 4 стадией. Пациенты были рандомизированы для прохождения геморроидэктомии с помощью CO₂-лазера или традиционной геморроидэктомии. Автор пришел к мнению, что CO₂-лазер вызывает меньшее повреждение тканей соседних областей, чем обычная диатермия и, таким образом, вызывает меньшую послеоперационную боль, что является более безопасным методом лечения [36].

Salfi R. описал и применил у 200 пациентов новый метод лечения геморроя с использованием диодного лазера с длиной волны 980 нм в сочетании с доплеровским методом для определения дистальных ветвей верхней прямокишечной артерии. HeLP (Hemorrhoid laser proesdure) — метод интраоперационной локализации питающих ветвей прямокишечной артерии с помощью доплеровского зонда и использования лазера для блокады артериального притока путем дезартеризация. У всех проводилось лечение по методике HeLP: в прямую кишку вводится специально разработанный одноразовый проктоскоп, в дистальной части которого расположено небольшое окно с доплеровским датчиком. При помощи доплеровского датчика (20 МГц зонд, диаметром 3 мм) на 3 см проксимальнее зубчатой линии определяется расположение терминальных ветвей верхней прямокишечной артерии. Допплеровский датчик заменяется на световод лазера. Применение диодного лазера с длиной волны 980 нм (импульсный режим, 15–30 Дж каждый, в общей сложности около 60–120 Дж при мощности 10–25 Вт). Продолжительность операции составила

15 минут. Эффективность данного метода оценена в сроки 12 месяцев и составила 91% [37].

Crea N. провел исследование, в которое вошло 97 пациентов с геморроем 2–3 стадии. Им была применена методика HeLP с использованием лазера с длиной волны 980 нм по стандартной технике описанного ранее метода. Частота рецидивов заболевания составила 5% в двухлетний срок наблюдения [38]. Позже в своей работе Crea N. проанализированы результаты 5-летнего непрерывного использования лазерной процедуры (HeLP) геморроя в стационаре с геморроем второй-третьей степени у 189 пациентов. Средний период наблюдения составил 42 месяца (от 6 до 62 месяцев). Болевые ощущения после операции отсутствовали у 94% пациентов. Полное исчезновение жалоб, характерных для геморроидальной болезни, удалось купировать более чем у 60% пациентов [39].

Nardi P.De. описал опыт 51 пациента по методике HeLP с использованием оптического волокна диодного лазера с длиной волны 980 нм (пять импульсов 13 Вт по 1,2 с каждый с паузой 0,6 с). В сроки 24 месяца после операции эффективность составила 84,3% [40].

Ram E. и соавт. приводят данные о лечении 62 пациентов с 2–3 стадией по методике с применением диодного лазера с длиной волны 980 нм. Спустя 2 дня после операции к выполнению привычно деятельности смогли приступить 88,7% пациентов, спустя 6 месяцев после операции ни в одном случае рецидива заболевания не было [41]. Boarini P. описал опыт лечения 55 пациентов по вышеописанной методике HeLP с применением диодного лазера 980 нм. Общий уровень удовлетворенности составил 89%, а исчезновение симптомов геморроидальной болезни — у 84% пациентов [42]. Следует отметить, что для данной методики во всех исследованиях применялся диодный лазер с длиной волны 980 нм.

Giamundo P. описал опыт лечения 284 пациентов, страдающих хроническим геморроем 2–3 стадии. У всех пациентов также проводилось лечение по методике HeLP: используя специально разработанный проктоскоп (комплект для HeLPR, Biolitec Biomedical Technology, Германия), 12 терминальных ветвей верхних ректальных артерий были идентифицированы с помощью доплеровского зонда 20 МГц и коагулированы с помощью лазерной энергии примерно на 2–3 см выше зубчатая линия. Платформа диодного лазера (Leonardo Dual 45, Biolitec Biomedical Technology, Германия), дающая 13 Вт импульсной лазерной энергии на длине волны 980 нм, позволила заблокировать идентифицированные артерии. Селективное поглощение лазерный луч хромофором гемоглобина позволил сморщить артерии, ограничив тепловое воздействие на окружающие ткани. Анализ

276 пациентов, завершивших 2-летнее наблюдение, показал полное исчезновение симптомов у 89,9% (248/276) пациентов [43].

Одним из методов лазерной технологии является метод LHP лазерная геморроидопластика (LHP) — это малоинвазивная методика лечения геморроя, основанная на дозированном внутритканевом нагреве геморроидального узла посредством подаваемого с помощью световодного волокна лазерного излучения с его последующим склерозированием, а также окклюзирующим воздействием на сосудистый компонент. Характер воздействия лазерного излучения зависит от его характеристик (длины волны, длительности воздействия) и методики операции, в результате чего можно получить различные эффекты, такие как коагуляция либо вапоризация кавернозной ткани, находившейся в зоне контакта с рабочей частью световода, с последующим склерозированием более удаленных участков ткани узла, в которое вовлекаются конечные ветви верхней прямокишечной артерии, что обеспечивает эффект дезартеризации. При данной методике, несмотря на термическое воздействие на кавернозную ткань геморроидального узла, не повреждается слизистая оболочка и структура сфинктера. Кроме того, замещение кавернозной ткани на соединительную ткань с фиксацией ее к слизистой оболочке, предотвращает возникновение пролапса [44, 45].

В первых работах, посвященных применению методики LHP, Jahanshahi A. описал опыт лечения 341 пациента с геморроем 2,3,4 стадии с применением диодного лазера с длиной волны 980 нм и мощностью 30 Вт. У всех пациентов лечение проводилось по методике LHP. Лишь в 12 (3,5%) случаях были диагностированы осложнения: у 8 (2,34%) отек, кровотечение и абсцесс — у 2 (0,58%) пациентов. В сроки наблюдения до 1 года автор не отметил рецидивов ни в одном случае [25].

В дальнейшем, при методике LHP для лечения геморроя наиболее часто в качестве источника энергии использовался лазер с длиной волны 1470 нм, позволяющий добиться денатурации подслизистых белков, вызывая фиброз и, тем самым, прилипание слизистой оболочки к подлежащей ткани для предотвращения пролапса.

Brusciano L. представил опыт лечения 50 пациентов с 2–3 стадией геморроидальной болезни по методике LHP с применением диодного лазера с длиной волны 1470 нм. Пациенты были выписаны на следующий день после хирургической операции при отсутствии послеоперационных осложнений и наличии терпимой боли. По данным автора, интраоперационных осложнений не выявлено, болевой синдром оцененный в течение суток после операции по 10-балльной шкале ВАШ составил 2 балла. Все пациенты через 2 дня

после операции смогли приступить к повседневной активности, при периоде наблюдения 8,6 месяцев ни у одного пациента не было выявлено рецидивов заболевания [46].

Faes S. обследовал 50 пациентов со 2–3 стадией геморроя, которым было выполнено лечение по методике LHP с применением лазерной системы CeralasE с длиной волны 1470 нм. Оценивалось краткосрочное наблюдение на 1, 30, 60 день и длительное до 5 лет (уменьшение стадии геморроя, боль, удовлетворение, улучшение симптомов, нетрудоспособность, воздержание, осложнения, рецидив заболевания). При краткосрочном наблюдении отсутствие симптомов геморроидальной болезни 98% пациентов. Через 60 дней о полном или частичном отсутствии симптомов сообщили 36/50 (72%) и 10/50 пациентов (20%). Послеоперационные осложнения возникли у 9/50 пациентов. У 3 пациентов диагностирован свищ прямой кишки, у 1 — анальная трещина, тромбоз наружных геморроидальных узлов диагностирован у 2 пациентов, перианальной дерматит — у 1 пациента. В одном случае диагностировано кровотечение, и у одного пациента — нарушение мочеиспускания. Послеоперационная боль была слабой (визуальная аналоговая шкала 0–1) на 1-е сутки в 37/50 (74%), на 30-й день — у 47/50 (94%) и на 60-й день — у 50/50 пациентов (100%). После среднего периода наблюдения 5,4 года (стандартное отклонение 5,4 месяца) частота рецидивов составила 34% (15/44 пациентов), среднее время до рецидива — 21 месяц (от 0,2 до 6 лет) [47].

По данным Poskusa T., выполнено 40 операций по указанной методике. Оперированы пациенты со 2–3 стадией геморроя с применением диодного лазера с длиной волны 1470 нм. В отдаленном периоде через 1 год после операции в 10% наблюдений диагностирован рецидив заболевания [48].

Ferhatoglu M.F. и соавт. анализируют опыт лечения 47 пациентов с 2–3 стадией геморроя с применением лазера с длиной волны 1470 нм, в котором показывает, что через год после операции рецидив кровотечения возникает у 14,9% пациентов, а выпадение геморроидальных узлов — у 21,3% [49].

В исследование Недозимованного А.И. было включено 65 человек с хроническим геморроем 2 стадии (20%) и 3 стадии (80%) по классификации Goligher. Всем пациентам выполнялась лазерная подслизистая деструкция геморроидальных узлов с применением диодного лазера с длиной волны 1470 нм в импульсном режиме (время работы — 150 мс, время паузы — 50 мс); мощностью излучения 7–8 Вт. У 54 (83,%) пациентов послеоперационный период протекал гладко. Послеоперационный болевой синдром, в среднем, составил $3 \pm 0,2$ балла по ВАШ. Осложнения были отмечены у 11 (16,9%) пациентов

в раннем послеоперационном периоде, но при этом оказались не фатальными. За время наблюдения рецидивов не зафиксировано [50].

Lakmali K. проанализировал данные 19 исследований, в которые было включено 1937 пациентов, перенесших лазерную деструкцию геморроидальных узлов. Четырнадцать были проспективными исследованиями [49,51–63], четыре — рандомизированными контрольными исследованиями [64–66] и одно — ретроспективным исследованием [67]. На основании проведенного анализа автор пришел к выводу, что применение лазера в лечении геморроя 2 и 3 стадии позволяет снизить уровень болевого синдрома и при этом сопровождается удовлетворительными отдаленными результатами.

Таким образом, преимущества лазеров с большей длиной волны позволяют достичь снижения уровня болевого синдрома в послеоперационном периоде, сократить сроки реабилитации. Лазеры, работающие на длинах волн, сильно поглощаемых водой, обладают потенциалом для улучшения гемостаза и сокращения, обеспечивая при этом узкую зону термического повреждения. В последние годы в медицине нашли применение волоконные лазеры, покрытые тулием, которые обладают большей длиной волны, до 1940 нм.

Zywicka V. в своем экспериментальном исследовании сравнил использование волоконного лазера на основе тулия (Thulium-Doped Fiber Laser (TDFL)) с длиной волны 1940, и диодного лазера с длиной волны 1470 на модели селезенки свиньи. Так частичная спленэктомия и разрезы селезенки были выполнены у 12 животных с использованием двух лазерных устройств. Ширина тепловых изменений составила в ткани селезенки при использовании тулиевого лазера — более чем в 2 раза меньше чем у диодного. Таким образом, оба лазера эффективны в хирургии селезенки и обеспечивают хороший гемостаз. Тем не менее, тулиевый лазер создает более узкую зону термического повреждения, что говорит о его большей эффективности для хирургии селезенки, особенно при выполнении более точных процедур [68].

Результаты Gesierich W. по использованию тулиевого волоконного лазера, работающего на длине волны 1940 нм, у пациентов (187 человек) для эндобронхиальной терапии являются многообещающими. Тулиевый лазер считался безопасным и универсальным методом лечения сужения дыхательных путей и обструкции стента, вызванной врастанием тканей, по сравнению с потенциальными преимуществами Nd: YAG-лазера (1064 нм). Выходная мощность лазера от 5 до 20 Вт считалась безопасной. Однако, по мнению авторов, необходимы дальнейшие сравнительные исследования [69].

Волоконный лазер с активной средой в виде оптического волокна, легированного тулием (Tm3+) (TDFL),

показывает почти в 1000 раз большее поглощение водой по сравнению с лазерами, излучающими свет при 1064 нм (Nd: YAG-лазер). Эта функция обеспечивает точную абляцию ткани с небольшим запасом коагуляции, в то время как лазерное излучение с длиной волны 1064 нм проникает глубже в ткань с менее контролируемыми эффектами коагуляции [69–71]. Żywicka В. и соавт. показали, что зоны термических тканей, достигаемые с помощью TDFL, были более узкими по сравнению с диодным лазером и лазером Nd:YAG, поэтому лазер TDFL представляется эффективным инструментом для точных хирургических процедур с узкой и контролируемой зоной разрушения прилегающей ткани [68]. Janeczek М. и соавт. показали эффективность TDFL при резке с узкой зоной термической травмы и обеспечивают хороший гемостаз во время частичной резекции печени и разреза ткани печени. TDFL, работающий при 1940 нм, может быть потенциальным инструментом в онкологической хирургии печени, особенно когда приоритетом является сохранение здоровых тканей и выполняются небольшие атипичные иссечения [71]. Таким образом, представленные данные научной литературы свидетельствуют о высокой эффективности лазеров в медицине, а именно в колопроктологии. Техническое усовершенствование лазеров, связанных с увеличением длины волны, открывает новые возможности в малоинвазивном лечении колопроктологических заболеваний. Однако в научной литературе отсутствуют сведения о применении тулиевых лазеров в лечении геморроя. Что, в свою очередь, диктует необходимость научных исследования в этом направлении.

Источники финансирования отсутствуют.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ

Концепция и дизайн исследования: *Королик В.Ю., Фролов С.А., Батталова А.М.,*

Сбор и обработка материалов: *Вышегородцев Д.В., Богормистров И.С., Мухин И.А.*

Написание текста: *Королик В.Ю., Вышегородцев Д.В.*

Редактирование: *Фролов С.А.*

AUTHORS CONTRIBUTION

Concept and design of the study: *Vyacheslav Yu. Korolik, Sergey A. Frolov, Arina M. Battalova*

Collection and processing of the material: *Dmitry V. Vyshegorodtsev, Ilya S. Bogormistrov, Ivan A. Mukhin*

Writing of the text: *Vyacheslav Yu. Korolik, Dmitry V. Vyshegorodtsev*

Editing: *Sergey A. Frolov*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (ORCID)

Вышегородцев Дмитрий Вячеславович — д.м.н., заведующий отдела общей проктологии ФГБУ «НМИЦ колопроктологии имени А.Н. Рыжих» Минздрава России; ORCID 0000-0001-6679-1843.

Королик Вячеслав Юрьевич — к.м.н., научный сотрудник отдела общей проктологии ФГБУ «НМИЦ колопроктологии имени А.Н. Рыжих» Минздрава России; ORCID 0000-0003-2619-5929.

Богормистров Илья Сергеевич — к.м.н., врач-колопроктолог ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр колопроктологии имени А.Н. Рыжих» Минздрава России; ORCID 0000-0002-9970-052X.

Батталова Арина Маратовна — ординатор кафедры колопроктологии ФГБУ «НМИЦ колопроктологии имени А.Н. Рыжих» Минздрава России; ORCID 0000-0003-2465-491X.

Мухин Иван Анатольевич — аспирант кафедры колопроктологии, врач консультативной поликлиники ФГБУ «НМИЦ колопроктологии имени А.Н. Рыжих» Минздрава России; ORCID 0000-0001-7823-8770.

INFORMATION ABOUT THE AUTORS (ORCID)

Dmitry V. Vyshegorodtsev — 0000-0001-6679-1843

Vyacheslav Yu. Korolik — 0000-0003-2619-5929

Ilya S. Bogormistrov — 0000-0002-9970-052X

Arina M. Battalova — 0000-0003-2465-491X

Ivan A. Mukhin — 0000-0001-9219-6976

ЛИТЕРАТУРА

1. Gazet JC, Redding W, Rickett JW. The prevalence of haemorrhoids. A preliminary survey. *Proc R Soc Med.* 1970;63:78–80.
2. Воробьев Г.И., Шелыгин Ю.А., Благодарный Л.А. Геморрой. 2-е издание. М.: «Литера». 2010;188.
3. Altomare DF, Giuratrabocchetta S. Conservative and surgical treatment of haemorrhoids. *Na. Rev Gastroenterol Hepatol.* 2013;10:513–521.
4. Lohsiriwat V. Approach to Hemorrhoids. *Curr Gastroenterol Rep.* 2013;15:332.
5. Corman ML Colon and rectal surgery. 5-th ed. Philadelphia: «Lippincott». 2004;1741.
6. Хмылов Л.М. Геморроидэктомия ультразвуковым скальпелем.

Автореф. дис... канд. мед. наук. М. 2006;30.

7. Arroyo A. et al. Open versus closed day-case haemorrhoidectomy: is there any difference? Results of a prospective randomised study. *Int J Colorectal Dis.* 2004;19:370–373.

8. Bessa SS. LigaSure versus conventional diathermy in excisional hemorrhoidectomy: a prospective, randomized study. *Dis Colon Rectum.* 2008;51:940–944.

9. Chen JS, You JF. Current status of surgical treatment for hemorrhoids — systematic review and meta-analysis. *Chang Gung Med J.* 2010;33:488–500.

10. Chung CC, Ha JPY, Tai YP, Tsang WWC et al. Double-blind randomized trial comparing Harmonic Scalpel hemorrhoidectomy, Bipolar

- scissors hemorrhoidectomy, and scissors excision ligation technique. *Dis Colon Rectum*. 2002;45(6):789–794.
11. Johannsson HO, Pahlman L, Graf W. Randomized clinical trial of the effects on anal function of Milligan–Morgan versus Ferguson haemorrhoidectomy. *Br J Surg*. 2006;93:1208–1214.
 12. Khanna R, Khanna S, Bhadani S, et al. Comparison of ligasure hemorrhoidectomy with conventional Ferguson's hemorrhoidectomy. *Indian J Surg*. 2010;72(4):294–7.
 13. Kwok SY, Chung CC, Tsui KK, Li MK. A double blind randomized trial comparing Ligasure and Harmonic Scalpel hemorrhoidectomy. *Dis Colon Rectum*. 2005;48:344–348.
 14. Milito G, Cadeddu F, Muzi MG, et al. Haemorrhoidectomy with LigaSure vs conventional excisional techniques: meta-analysis of randomized controlled trials. *Colorectal Dis*. 2010;12:85–93.
 15. Ommer A, Hinrichs J, Mollenberg H, et al. Long-term results after stapled hemorrhoidopexy: a prospective study with a 6 year follow-up. *Dis Colon Rectum*. 2011;54:601–618.
 16. Ramadan E, Vishne T, Dreznik Z. Harmonic scalpel hemorrhoidectomy: preliminary results of a new alternative method. *Tech Coloproctol*. 2002;6:89–92.
 17. Шелыгин Ю.А. Клинические рекомендации. Колопроктология. М.: «ГЭОТАР-Медиа». 2015;526.
 18. Corman ML. Colon and rectal surgery. 5-th ed. Philadelphia: «Lippincott». 2004; p. 1741.
 19. Sim AJ, Murie JA, Mackenzie I. Three year follow-up study on the treatment of first and second degree hemorrhoids by sclerosant injection or rubber band ligation. *Surg Gynecol Obstet*. 1983;157(6):534–536.
 20. Шевченко Ю.Л., Стойко Ю.М., Мазайшвили К.В. Лазерная хирургия варикозной болезни. 2010;195.
 21. Гоголева Н.Г. Применение лазеров в науке, технике, медицине: учебное пособие. 2007;79.
 22. Добро Л.Ф., Богатов Н.М., Супрунов В.В. Лазеры в медицине: учебное пособие. 2011;82.
 23. Altomare DF. Anal Fistula closure with FiLaC: new hope or the same old story? *Tech Coloproctol*. 2015. DOI: 10.1007/s10151-015-1347-9
 24. Glover JL, Bendick WJ. The use of thermal knives in Surgery: Electrosurgery, Lasers, Plasma scalpel. *Curr Probl Surg*. 1978;15:26–29.
 25. Jahanshahi A, Mashhadizadeh E, Sarmast MH. Diode laser for treatment of symptomatic hemorrhoid: a short term clinical result of a mini invasive treatment, and one year follow up. *Polski przegląd chirurgiczny*. 2012;84(7):329–32.
 26. Christine S, Lindholt GS, Malene B. Nd-YAG laser treatment of primary and recurrent pilonidal sinus. *Lasers Med. Sci*. 2012;27:505–508.
 27. Dragoni F, Moretti S, Cannarozzo G, Campolmi P. Treatment of recurrent pilonidal cysts with Nd-YAG laser: report of our experience. *Journal of Dermatological Treatment*. 2017.
 28. Хван С.А., Рустанов И.Р., Шишкин В.Н. и соавт. Наш опыт лечения хронических свищей прямой кишки с применением лазерного скальпеля, гелий-неоновой лазеротерапией и лимфотропной антибиотикотерапией. *Актуальные вопросы проктологии: Тезисы докладов Всесоюзной конференции*. 1989;202–204.
 29. Ellison GW, Bellan JR, et al. Treatment of perianal fistulas with ND: YAG Laser — results in Twenty cases. *Veterinary Surgery*. 1995;24:140–147.
 30. Wilhelm A. A new technique for sphincter-preserving anal fistula repair using a novel radial emitting laser probe. *Tech Coloproctol*. 2011;15:445–449.
 31. Матинян А.В., Костарев И.В., Благодарный Л.А., Титов А.Ю. и соавт. Лечение свищей прямой кишки методом лазерной термооблитерации свищевого хода (Систематический обзор). *Колопроктология*. 2019;18(3):7–19. DOI: 10.33878/2073-7556-2019-18-3-7-19
 32. Leff EI. Hemorrhoidectomy — laser vs. nonlaser: Outpatient surgical experience. *Diseases of the Colon & Rectum*. 1992;35(8):743–746.
 33. Iwagaki H, Higuchi Y, Fuchimoto S, Orita K. The laser treatment of hemorrhoids: results of a study on 1816 patients. *The Japanese journal of surgery volume*. 1989;19(6):658–661.
 34. Senagore A, Mazier WP, Luchtefeld MA, et al. Treatment of advanced hemorrhoidal disease: a prospective, randomized comparison of cold scalpel vs. contact Nd:YAG laser. *Diseases of the Colon & Rectum*. 1993;36(11):1042–1049.
 35. Pandini LC, Nahas SC, Nahas CSR, et al. Surgical treatment of hemorrhoidal disease with CO2 laser and Milligan–Morgan cold scalpel technique. *Colorectal Dis*. 2006;8(7):592–595.
 36. Chia YW, Darzi A, Speakman CT, Hill AD, et al. CO2 laser hemorrhoidectomy — does it alter anorectal function or decrease pain compared to conventional haemorrhoidectomy? *Int J Colorectal Dis*. 1995;10(1):22–24.
 37. Salfi R. A new technique for ambulatory hemorrhoidal treatment. *Coloproctology*. 2009;31:99–103.
 38. Crea N, Pata G, Lippa M, et al. Hemorrhoidal laser procedure: short- and long-term results from a prospective study. *American journal of surgery*. 2014;208(1):21–25.
 39. Crea N, Pata G, Lippa M, et al. Hemorrhoid laser procedure (HeLP) for second- and third-degree hemorrhoids: results from a long-term follow-up analysis. *Lasers in Medical Science*. 2021 Jan 13. DOI: 10.1007/s10103-021-03249-6.
 40. Nardi PD, Tamburini AM, Gazzetta PG, et al. Hemorrhoid laser procedure for second- and third-degree hemorrhoids: results from a multicenter prospective study. *Techniques in Coloproctology volume*. 2016;20(7):455–459.
 41. Ram E, Bachar GN, Goldes Y, et al. Modified Doppler-guided laser procedure for the treatment of second- and third-degree hemorrhoids. *Laser therapy*. 2018;27(2):137–142.
 42. Boarini P, et al. Hemorrhoidal Laser Procedure (HeLP): A Painless Treatment for Hemorrhoids. *J Inflamm Bowel Dis Disor*. 2017;2(2):1–4. DOI: 10.4172/2476-1958.1000118
 43. Giamundo P, Cecchetti W, Esercizio L, et al. Doppler-guided hemorrhoidal laser procedure for the treatment of symptomatic hemorrhoids: experimental background and short-term clinical results of a new mini-invasive treatment. *Surgical Endoscopy volume*. 2011;25(5):1369–1375.
 44. Plapler H. A new method for hemorrhoid surgery: experimental model of diode laser application in monkeys. *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery*. 2008;26(2):143–146.
 45. Титов А.Ю., Костарев И.В., Благодарный Л.А. и соавт. Субмукозная лазерная термоабляция внутренних геморроидальных узлов. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2020;3:89–96.
 46. Bruscianno L, Gambardella C, Terracciano G, et al. Postoperative discomfort and pain in the management of hemorrhoidal disease: laser hemorrhoidoplasty, a minimal invasive treatment of symptomatic hemorrhoids. *Updates in Surgery volume*. 2020;72(3):851–857.
 47. Faes S, Pratsinis M, Hasler-Gehrer S. et al. Short- and long-term outcomes of laser haemorrhoidoplasty for grade II–III haemorrhoidal disease. *Colorectal Dis*. 2019;21(6):689–696.
 48. Poskus T, Danyš D, Makunaite G, et al. Results of the double-blind randomized controlled trial comparing laser hemorrhoidoplasty with sutured mucopexy and excisional hemorrhoidectomy. *Int J Colorectal Dis*. 2020;35(3):481–490. DOI: 10.1007/s00384-019-03460-6
 49. Lakmal K, Basnayake O, Jayarajah U, et al. Clinical Outcomes and Effectiveness of Laser Treatment for Hemorrhoids: A Systematic Review. *World Journal of Surgery*. 2021;45(4):1222–1236.
 50. Васильев С.В., Недозимованый А.И., Попов Д.Е., Соркин Р.Г. и соавт. Лазерная подслизистая деструкция геморроидальных узлов у пациентов со 2–3 стадией хронического геморроя. *Колопроктология*. 2019;18(2):21–26. DOI: 10.33878/2073-7556-2019-18-2-21-26

51. Mohammed AF, Flaifel Janabi HM. A comparative study between laser hemorrhoidoplasty procedure and conventional hemorrhoidectomy. *JUBPAS*. 2019;27(1):69–86.
52. Alsisy AAY, Salem IE. Comparative study between intrahemorrhoidal diode laser treatment and Milligan-Morgan hemorrhoidectomy. *Menoufia Med J*. 2019. 2018;32.
53. Asmz Rahman AR, Hasan M, Chandra S. Haemorrhoidal LASER Procedure (HeLP)—a painless treatment for haemorrhoid. *J Bangladesh Coll Physicians Surg*. 2019;38(1).
54. Bruscianno L, Gambardella C, Terracciano G, et al. Postoperative discomfort and pain in the management of hemorrhoidal disease: laser hemorrhoidoplasty, a minimal invasive treatment of symptomatic hemorrhoids. *Updates Surg*. 2019. DOI: 10.1007/s13304-019-00694-5
55. Crea N, Pata G, Lipa M, et al. Hemorrhoidal laser procedure: short- and long-term results from a prospective study. *Am J Surg*. 2014;208(1):21–25. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2013.10.020
56. De Nardi P, Tamburini AM, Gazzetta PG, et al. Hemorrhoid laser procedure for second- and third-degree hemorrhoids: results from a multicenter prospective study. *Tech Coloproctol*. 2016;20(7):455–459. DOI: 10.1007/s10151-016-1479-6
57. Ram E, Goldes Y, Joubran S, Rath-Wolfson L. Modified Doppler-guided laser procedure for the treatment of second and third degree hemorrhoids. *Menoufia Med J*. 2018;27(2):137–142.
58. Faes S, Pratsinis M, Hasler-Gehrer S, et al. Short- and long-term outcomes of laser hemorrhoidoplasty for grade II–III haemorrhoidal disease. *Colorectal Dis*. 2019;21(6):689–696. DOI: 10.1111/codi.14572
59. Ferhatoglu MF, Kivıncım T, Ekici U, Kebudi A. Laser hemorrhoidoplasty procedure for grade two and three hemorrhoidal disease. A retrospectively prospective study, analysis of forty-seven patients. *OSP J Surg*. 2019;1:101.
60. Giamundo P, Braini A, Calabro G, et al. Doppler-guided hemorrhoidal dearterialization with laser (HeLP): a prospective analysis of data from a multicenter trial. *Tech Coloproctol*. 2018;22(8):635–643. DOI: 10.1007/s10151-018-1839-5
61. Maloku H, Gashi Z, Lazovic R, et al. Laser hemorrhoidoplasty procedure vs open surgical hemorrhoidectomy: a trial comparing 2 treatments for hemorrhoids of third and fourth degree. *Acta Inform Med*. 2014;22(6):365–367. DOI: 10.5455/aim.2014.22.365-367
62. Maloku Halit LR, Hasime T. Laser hemorrhoidoplasty versus Milligan-Morgan hemorrhoidectomy — short term outcome. *Vojnosanit Pregl*. 2019;79(1):8–12.
63. Paulo Boarini LRB, de Azeredo P, Candelaria P, et al. LASER hemorrhoidal dearterialization. *J Coloproctol*. 2017;37(1):38–43.
64. Giamundo P, Salfi R, Geraci M, et al. The hemorrhoid laser procedure technique vs rubber band ligation: a randomized trial comparing 2 mini-invasive treatments for second- and third-degree hemorrhoids. *Dis Colon Rectum*. 2011;54(6):693–698. DOI: 10.1007/DCR.0b013e3182112d58
65. Mohammad Sadra Nazaria MKH. Comparison of intrahemorrhoidal coagulation with 980 Nanometer diode laser and Milligan Morgan hemorrhoidectomy: a randomized clinical trial. *J Clin Res Gov*. 2015;4:1–4.
66. Naderan M, Shoar S, Nazari M, et al. A randomized controlled trial comparing laser intra-hemorrhoidal coagulation and Milligan-Morgan Hemorrhoidectomy. *J Invest Surg*. 2017;30(5):325–331. DOI : 10.1080/08941939.2016.1248304
67. Abdulkarim A, Misoi B, Gathege D. Laser hemorrhoidoplasty: experience at Aga Khan University Hospital. *Ann African Surg*. 2020;17(2). DOI: 10.4314/aas.v17i2.8
68. Żywicka B, Rybak Z, Janeczek M, et al. Comparison of A 1940 nm Thulium-Doped Fiber Laser and A 1470 nm Diode Laser for Cutting Efficacy and Hemostasis in A Pig Model of Spleen Surgery. *Materials (Basel)*. 2020;13(5):116–7.
69. Gesierich W, Reichenberger F, Fertl A, et al. Endobronchial therapy with a thulium fiber laser (1940 nm). *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014;147:1827–1832.
70. Michalska M, Brojek Z, Rybak Z, et al. An all-fiber thulium doped fiber laser for medical application. *Elektron Konstr Technol Zastos*. 2016;57:13–15.
71. Janeczek M, Świdorski J, Czerski A, et al. Preliminary evaluation of thulium doped fiber laser in pig model of liver surgery. *BioMed Res Int*. 2018.

REFERENCES

1. Gazet JC, Redding W, Rickett JW. The prevalence of haemorrhoids. A preliminary survey. *Proc R Soc Med*. 1970;63:78–80.
2. Vorobiev G.I., Shelygin Yu.A., Blagodarnyi L.A. Hemorrhoids. 2nd edition. M.: «Litera». 2010;188. (in Russ.).
3. Altomare DF, Giuratrabocchetta S. Conservative and surgical treatment of haemorrhoids. *Na. Rev Gastroenterol Hepatol*. 2013;10:513–521.
4. Lohsiriwat V. Approach to Hemorrhoids. *Curr Gastroenterol Rep*. 2013;15:332.
5. Corman ML Colon and rectal surgery. 5-th ed. Philadelphia: «Lippincott». 2004;1741.
6. Chmylov L.M.. Hemorrhoidectomy with an ultrasound scalpel . Abstract of the dissertation of the Candidate of medical Sciences. M. 2006;30. (in Russ.).
7. Arroyo A. et al. Open versus closed day-case hemorrhoidectomy: is there any difference? Results of a prospective randomised study. *Int J Colorectal Dis*. 2004;19:370–373.
8. Bessa SS. LigaSure versus conventional diathermy in excisional hemorrhoidectomy: a prospective, randomized study. *Dis Colon Rectum*. 2008;51:940–944.
9. Chen JS, You JF. Current status of surgical treatment for hemorrhoids — systematic review and meta-analysis. *Chang Gung Med J*. 2010;33:488–500.
10. Chung CC, Ha JPY, Tai YP, Tsang WWC et al. Double-blind randomized trial comparing Harmonic Scalpel hemorrhoidectomy, Bipolar scissors hemorrhoidectomy, and scissors excision Ligation technique. *Dis Colon Rectum*. 2002;45(6):789–794.
11. Johannsson HO, Pahlman L, Graf W. Randomized clinical trial of the effects on anal function of Milligan–Morgan versus Ferguson hemorrhoidectomy. *Br J Surg*. 2006;93:1208–1214.
12. Khanna R, Khanna S, Bhadani S, et al. Comparison of ligasure hemorrhoidectomy with conventional Ferguson's hemorrhoidectomy. *Indian J Surg*. 2010;72(4):294–7.
13. Kwok SY, Chung CC, Tsui KK, Li MK. A double blind randomized trial comparing Ligasure and Harmonic Scalpel hemorrhoidectomy. *Dis Colon Rectum*. 2005;48:344–348.
14. Milito G, Cadeddu F, Muzi MG, et al. Haemorrhoidectomy with LigaSure vs conventional excisional techniques: meta-analysis of randomized controlled trials. *Colorectal Dis*. 2010;12:85–93.
15. Ommar A, Hinrichs J, Mollenberg H, et al. Long-term results after stapled hemorrhoidopexy: a prospective study with a 6 year follow-up. *Dis Colon Rectum*. 2011;54:601–618.
16. Ramadan E, Vishne T, Dreznik Z. Harmonic scalpel hemorrhoidectomy: preliminary results of a new alternative method. *Tech Coloproctol*. 2002;6:89–92.
17. Shelygin Yu.A. Clinical recommendations. Koloproktologia. M.: «GEOTAR-Media». 2015;526. (in Russ.).
18. Corman ML. Colon and rectal surgery. 5-th ed. Philadelphia: «Lippincott». 2004; p. 1741.
19. Sim AJ, Murie JA, Mackenzie I. Three year follow-up study on the treatment of first and second degree hemorrhoids by sclerosant injection or rubber band ligation. *Surg Gynecol Obstet*.

- 1983;157(6):534–536.
20. Shevchenko Y.L., Stoiko Y.M., Mazaishvili K.V. Laser surgery of varicose veins. 2010;195. (in Russ.).
21. Gogoleva N.G. Application of lasers in science technology and medicine: training manual. 2007;79. (in Russ.).
22. Dobro L.F., Bogatov N.M., Suprunov V.V.. Lasers in medicine: training manual. 2011;82. (in Russ.).
23. Altomare DF. Anal Fistula closure with FiLaC: new hope or the same old story? *Tech Coloproctol.* 2015. DOI: 10.1007/s10151-015-1347-9
24. Glover JL, Bendick WJ. The use of termal knives in Surgery: Electrosurgery, Lasers, Plasma scalpel. *Curr Probl Surg.* 1978;15:26–29.
25. Jahanshahi A, Mashhadizadeh E, Sarmast MH. Diode laser for treatment of symptomatic hemorrhoid: a short term clinical result of a mini invasive treatment, and one year follow up. *Polski przeglad chirurgiczny.* 2012;84(7):329–32.
26. Christine S, Lindholt GS, Malene B. Nd-YAG laser treatment of primary and recurrent pilonidal si-nus. *Lasers Med. Sci.* 2012;27:505–508.
27. Dragoni F, Moretti S, Cannarozzo G, Campolmi P. Treatment of recurrent pilonidal cysts with Nd-YAG laser: report of our experience. *Journal of Dermatological Treatment.* 2017.
28. Hwang S.A., Rustanov I.R., Shishkin V.N., et al. Our experience in the treatment of chronic rectal fistulas using a laser scalpel, helium-neon laser therapy and lymphotropic antibiotic therapy. Current issues of proctology: Abstracts of reports of the All-Union conference. 1989;202–204. (in Russ.).
29. Ellison GW, Bellan JR, et al. Treatment of perianal fistulas with ND: YAG Laser — results in Twenty cases. *Veterinary Surgery.* 1995;24:140–147.
30. Wilhelm A. A new technique for sphincter-preserving anal fistula repair us-ing a novel radial emitting laser probe. *Tech Coloproctol.* 2011;15:445–449.
31. Matinyan A.V., Kostarev I.V., Blagodarniy L.A., Titov A.Yu. et al. Fistula laser ablation for anal fistulas (systematic review). *Koloproktologia.* 2019;18(3):7–19. (in Russ.) DOI: 10.33878/2073-7556-2019-18-3-7-19
32. Leff EI. Hemorrhoidectomy — laservs.nonlaser: Outpatient surgical experience. *Diseases of the Colon & Rectum.* 1992;35(8):743–746.
33. Iwagaki H, Higuchi Y, Fuchimoto S, Orita K. The laser treatment of hemorrhoids: results of a study on 1816 patients. *The Japanese journal of surgery volume.* 1989;19(6):658–661.
34. Senagore A, Mazier WP, Luchtefeld MA, et al. Treatment of advanced hemorrhoidal disease: a prospective, randomized comparison of cold scalpel vs. contact Nd:YAG laser. *Diseases of the Colon & Rectum.* 1993;36(11):1042–1049.
35. Pandini LC, Nahas SC, Nahas CSR, et al. Surgical treatment of haemorrhoidal disease with CO2 laser and Milligan–Morgan cold scalpel technique. *Colorectal Dis.* 2006;8(7):592–595.
36. Chia YW, Darzi A, Speakman CT, Hill AD, et al. CO2 laser haemorrhoidectomy — does it alter anorectal function or decrease pain compared to conventional haemorrhoidectomy? *Int J Colorectal Dis.* 1995;10(1):22–24.
37. Salfi R. A new technique for ambulatory hemorrhoidal treatment. *Coloproctology.* 2009;31:99–103.
38. Crea N, Pata G, Lippa M, et al. Hemorrhoidal laser procedure: short- and long-term results from a prospective study. *American journal of surgery.* 2014;208(1):21–25.
39. Crea N, Pata G, Lippa M, et al. Hemorrhoid laser procedure (HeLP) for second- and third-degree hemorrhoids: results from a long-term follow-up analysis. *Lasers in Medical Science.* 2021 Jan 13. DOI: 10.1007/s10103-021-03249-6.
40. Nardi PD, Tamburini AM, Gazzetta PG, et al. Hemorrhoid laser procedure for second- and third-degree hemorrhoids: results from a multicenter prospective study. *Techniques in Coloproctology volume.* 2016;20(7):455–459.
41. Ram E, Bachar GN, Goldes Y, et al. Modified Doppler-guided laser procedure for the treatment of second- and third-degree hemorrhoids. *Laser therapy.* 2018;27(2):137–142.
42. Boarini P, et al. Hemorrhoidal Laser Procedure (HeLP): A Painless Treatment for Hemorrhoids. *J Inflamm Bowel Dis Disor.* 2017;2(2):1–4. DOI: 10.4172/2476-1958.1000118
43. Giamundo P, Cecchetti W, Esercizio L, et al. Doppler-guided hemorrhoidal laser procedure for the treatment of symptomatic hemorrhoids: experimental background and short-term clinical results of a new mini-invasive treatment. *Surgical Endoscopy volume.* 2011;25(5):1369–1375.
44. Plapler H. A new method for hemorrhoid surgery: experimental model of diode laser application in monkeys. *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery.* 2008;26(2):143–146.
45. Titov A.Yu., Kostarev I.V., Blagodarny L.A. et al. Submucosal laser ablation of internal hemorrhoids. *Pirogov Russian journal of surgery.* 2020;3:89–96. (in Russ.).
46. Brusciano L, Gambardella C, Terracciano G, et al. Postoperative discomfort and pain in the management of hemorrhoidal disease: laser hemorrhoidoplasty, a minimal invasive treatment of symptomatic hemorrhoids. *Updates in Surgery volume.* 2020;72(3):851–857.
47. Faes S, Pratsinis M, Hasler-Gehrer S. et al. Short- and long-term outcomes of laser haemorrhoidoplasty for grade II-III haemorrhoidal disease. *Colorectal Dis.* 2019;21(6):689–696.
48. Poskus T, Danys D, Makunaite G, et al. Results of the double-blind randomized controlled trial comparing laser hemorrhoidoplasty with sutured mucopexy and excisional hemorrhoidectomy. *Int J Colorectal Dis.* 2020;35(3):481–490. DOI: 10.1007/s00384-019-03460-6
49. Lakmal K, Basnayake O, Jayarajah U, et al. Clinical Outcomes and Effectiveness of Laser Treatment for Hemorrhoids: A Systematic Review. *World Journal of Surgery.* 2021;45(4):1222–1236.
50. Vasiliev S.V., Nedozimovani A.I., Popov D.E., Sorokin R.G, et al. Laser submucosal destruction of chronic hemorrhoids stage II-III. *Koloproktologia.* 2019;18(2):21–26. (in Russ.). DOI: 10.33878/2073-7556-2019-18-2-21-26
51. Mohammed AF, Flaifel Janabi HM. A comparative study between laser hemorrhoidoplasty procedure and conventional hemorrhoidectomy. *JUBPAS.* 2019;27(1):69–86.
52. Alsisy AAAY, Salem IE. Comparative study between intrahemorrhoidal diode laser treatment and Milligan-Morgan hemorrhoidectomy. *Menoufia Med J.* 2019. 2018;32.
53. Asmz Rahman AR, Hasan M, Chandra S. Haemorrhoidal LASER Procedure (HeLP)—a painless treatment for haemorrhoid. *J Bangladesh Coll Physicians Surg.* 2019;38(1).
54. Brusciano L, Gambardella C, Terracciano G, et al. Postoperative discomfort and pain in the management of hemorrhoidal disease: laser hemorrhoidoplasty, a minimal invasive treatment of symptomatic hemorrhoids. *Updates Surg.* 2019. DOI: 10.1007/s13304-019-00694-5
55. Crea N, Pata G, Lippa M, et al. Hemorrhoidal laser procedure: short- and long-term results from a prospective study. *Am J Surg.* 2014;208(1):21–25. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2013.10.020
56. De Nardi P, Tamburini AM, Gazzetta PG, et al. Hemorrhoid laser procedure for second- and third-degree hemorrhoids: results from a multicenter prospective study. *Tech Coloproctol.* 2016;20(7):455–459. DOI: 10.1007/s10151-016-1479-6
57. Ram E, Goldes Y, Joubran S, Rath-Wolfson L. Modified Doppler-guided laser procedure for the treatment of second and third degree hemorrhoids. *Menoufia Med J.* 2018;27(2):137–142.
58. Faes S, Pratsinis M, Hasler-Gehrer S, et al. Short- and long-term outcomes of laser haemorrhoidoplasty for grade II–III haemorrhoidal disease. *Colorectal Dis.* 2019;21(6):689–696. DOI: 10.1111/codi.14572
59. Ferhatoglu MF, Kivılcım T, Ekici U, Kebudi A. Laser hemorrhoido-

- plasty procedure for grade two and three hemorrhoidal disease. A retrospectively prospective study, analysis of forty-seven patients. *OSP J Surg.* 2019;1:101.
60. Giamundo P, Braini A, Calabro G, et al. Doppler-guided hemorrhoidal dearterialization with laser (HeLP): a prospective analysis of data from a multicenter trial. *Tech Coloproctol.* 2018;22(8):635–643. DOI: 10.1007/s10151-018-1839-5
61. Maloku H, Gashi Z, Lazovic R, et al. Laser hemorrhoidoplasty procedure vs open surgical hemorrhoidectomy: a trial comparing 2 treatments for hemorrhoids of third and fourth degree. *Acta Inform Med.* 2014;22(6):365–367. DOI: 10.5455/aim.2014.22.365-367
62. Maloku Halit LR, Hasime T. Laser hemorrhoidoplasty versus Milligan-Morgan hemorrhoidectomy — short term outcome. *Vojnosanit Pregl.* 2019;79(1):8–12.
63. Paulo Boarini LRB, de Azeredo P, Candelaria P, et al. LASER hemorrhoidal dearterialization. *J Coloproctol.* 2017;37(1):38–43.
64. Giamundo P, Salfi R, Geraci M, et al. The hemorrhoid laser procedure technique vs rubber band ligation: a randomized trial comparing 2 mini-invasive treatments for second- and third-degree hemorrhoids. *Dis Colon Rectum.* 2011;54(6):693–698. DOI: 10.1007/DCR.0b013e3182112d58
65. Mohammad Sadra Nazaria MKH. Comparison of intrahemorrhoidal coagulation with 980 Nanometer diode laser and Milligan Morgan hemorrhoidectomy: a randomized clinical trial. *J Clin Res Gov.* 2015;4:1–4.
66. Naderan M, Shoar S, Nazari M, et al. A randomized controlled trial comparing laser intra-hemorrhoidal coagulation and Milligan-Morgan Hemorrhoidectomy. *J Invest Surg.* 2017;30(5):325–331. DOI: 10.1080/08941939.2016.1248304
67. Abdulkarim A, Misoi B, Gathege D. Laser hemorrhoidoplasty: experience at Aga Khan University Hospital. *Ann African Surg.* 2020;17(2). DOI: 10.4314/aas.v17i2.8
68. Żywicka B, Rybak Z, Janeczek M, et al. Comparison of A 1940 nm Thulium-Doped Fiber Laser and A 1470 nm Diode Laser for Cutting Efficacy and Hemostasis in A Pig Model of Spleen Surgery. *Materials (Basel).* 2020;13(5):116–7.
69. Gesierich W, Reichenberger F, Fertl A, et al. Endobronchial therapy with a thulium fiber laser (1940 nm). *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;147:1827–1832.
70. Michalska M, Brojek Z, Rybak Z, et al. An all-fiber thulium doped fiber laser for medical application. *Elektron Konstr Technol Zastos.* 2016;57:13–15.
71. Janeczek M, Świdorski J, Czerski A, et al. Preliminary evaluation of thulium doped fiber laser in pig model of liver surgery. *BioMed Res Int.* 2018.