



# Сравнительная оценка лазерной деструкции в комбинации с pit-picking и иссечения с пластикой по Vascom II в лечении эпителиального копчикового хода: предварительные результаты мультицентрового рандомизированного исследования

П.В. Царьков<sup>1</sup>, Д.Д. Шлык<sup>1</sup>, Д.В. Эрдынеев<sup>1\*</sup>, А.А. Поздняков<sup>2</sup>, М.В. Зубенков<sup>3</sup>,  
К.В. Модин<sup>4</sup>, А.В. Щегловский<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> КГБУЗ «Краевая клиническая больница», Красноярск, Российская Федерация

<sup>3</sup> ООО Медицинский центр «Глобал клиник», Нижний Новгород, Российская Федерация

<sup>4</sup> ООО Медицинский центр «Пятая точка», Артем, Российская Федерация

**Цель исследования:** оценить промежуточные результаты проспективного многоцентрового рандомизированного исследования сравнительной оценки лазерной деструкции в комбинации с pit-picking и иссечения с пластикой по Vascom II в лечении эпителиального копчикового хода.

**Материалы и методы.** Набор пациентов проводился с ноября 2022 г. по апрель 2024 г. Исследование включало 62 пациента (по 31 пациенту в каждой группе): первая группа была оперирована в объеме иссечения пилонидальной кисты с пластикой по Vascom II, во второй группе была выполнена лазерная деструкция (ЛД) в комбинации с pit-picking. При достижении половины выборки принято решение провести промежуточный анализ результатов. Первичная конечная точка исследования — частота рецидивов заболевания после оперативного лечения. Вторичными конечными точками исследования являются: выраженность болевого синдрома на 1, 3, 5, 7, 10, 14 и 21-е сутки послеоперационного периода; качество жизни больных до операции и спустя 1, 3 и 6 месяцев после операции согласно опроснику SF-12 (The 12-item Short Form Survey); частота и характер интраоперационных осложнений; частота и характер послеоперационных осложнений; заживление послеоперационной раны с ее полной эпителизацией, формированием рубца.

**Результаты.** Обе группы были сопоставимы по полу, возрасту, индексу массы тела. Продолжительность операции и объем кровопотери были статистически значимо меньше в группе ЛД + pit-picking ( $p < 0,001$ ). Число послеоперационных койко-дней было статистически значимо выше в группе Vascom II ( $p < 0,01$ ). Баллы по визуально-аналоговой шкале оказались статистически значимо выше в группе Vascom II на 1–10-е сутки после операции ( $p < 0,05$ ). Заживление послеоперационной раны с полной эпителизацией произошло статистически значимо быстрее в группе Vascom II по сравнению с группой ЛД + pit-picking — через 24 (16–33) и 35 (28–45) дней соответственно ( $p = 0,002$ ). Количество визитов было статистически значимо меньше в группе Vascom II ( $p < 0,001$ ). Возвращение пациентов к ежедневной физической активности в группах Vascom II и ЛД + pit-picking произошло через 14 (11–16) и 4 (3–4) дня соответственно ( $p < 0,001$ ). Согласно SF-12 через месяц после операции группа ЛД + pit-picking показала лучшие результаты по физическим и ментальным показателям ( $p < 0,001$ ). Спустя 6 месяцев после операции уже в группе Vascom II были зарегистрированы лучшие результаты по обоим показателям ( $p < 0,001$ ). Рецидив заболевания, потребовавший повторного оперативного вмешательства, оказался выше в группе ЛД + pit-picking: 0 vs 5 случаев (16,1%),  $p = 0,053$ .

**Выводы.** Лазерная деструкция в комбинации с pit-picking демонстрирует преимущества в виде меньшей частоты ранних послеоперационных осложнений и более быстрого восстановления физической активности пациентов. Однако данный метод ассоциирован с пролонгированным амбулаторным наблюдением и более высокой частотой рецидивов по сравнению с техникой Vascom II.

**Ключевые слова:** эпителиальный копчиковый ход, пилонидальная киста, операция Vascom, SiLaC

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Царьков П.В., Шлык Д.Д., Эрдынеев Д.В., Поздняков А.А., Зубенков М.В., Модин К.В., Щегловский А.В. Сравнительная оценка лазерной деструкции в комбинации с pit-picking и иссечения с пластикой по Vascom II в лечении

эпителиального копчикового хода: предварительные результаты мультицентрового рандомизированного исследования. Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. 2026;36(1):47–57. <https://doi.org/10.22416/1382-4376-2026-36-1-47-57>

## Comparative Assessment of Laser Destruction in Combination with Pit-Picking and Excision with Bascom II Flap Reconstruction in the Treatment of Pilonidal Sinus: Preliminary Results of a Multicenter Randomized Study

Petr V. Tsarkov<sup>1</sup>, Darya D. Shlyk<sup>1</sup>, Dorzhi V. Erdyneev<sup>1\*</sup>, Artem A. Pozdnyakov<sup>2</sup>, Maxim V. Zubenkov<sup>3</sup>, Konstantin V. Modin<sup>4</sup>, Alexander V. Shcheglovsky<sup>4</sup>

<sup>1</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Regional Clinical Hospital, Krasnoyarsk, Russian Federation

<sup>3</sup> Global Clinic Medical Center, Nizhny Novgorod, Russian Federation

<sup>4</sup> Pyataya Tochka Medical Center, Artem, Russian Federation

**Aim:** to assess the interim results of a prospective multicenter randomized study comparing laser destruction in combination with pit-picking and excision with Bascom II flap reconstruction in the treatment of pilonidal sinus.

**Materials and methods.** Patient recruitment was conducted from November 2022 to April 2024. The study included 62 patients (31 patients in each group): the first group underwent surgical excision of pilonidal cyst with Bascom II flap reconstruction, while the second group underwent laser destruction (LD) in combination with pit-picking. An interim analysis of the results was performed after half of the sample size was reached. The primary endpoint of the study was incidence of disease recurrence after surgical treatment. Secondary endpoints were: the severity of pain on days 1, 3, 5, 7, 10, 14, and 21 of the postoperative period; the quality of life of patients before surgery and 1, 3, and 6 months after surgery according to the SF-12 questionnaire (The 12-Item Short Form Survey); the frequency and nature of intraoperative complications; the frequency and nature of postoperative complications; complete postoperative wound healing, defined as full epithelialization and scar formation.

**Results.** Both groups were comparable in terms of gender, age, and body mass index. Surgery duration and blood loss were statistically significantly lower in the LD + pit-picking group ( $p < 0.001$ ). The number of postoperative bed days was statistically significantly higher in the Bascom II group ( $p < 0.01$ ). The visual analogue scale scores were statistically significantly higher in the Bascom II group on days 1–10 after surgery ( $p < 0.05$ ). Postoperative wound healing with complete epithelialization occurred statistically significantly faster in the Bascom II group compared to the LD + pit-picking group — in 24 (16–33) and 35 (28–45) days, respectively ( $p = 0.002$ ). The number of visits was statistically significantly lower in the Bascom II group ( $p < 0.001$ ). Patients returned to daily physical activity after 14 (11–16) and 4 (3–4) days in the Bascom II and LD + pit-picking groups, respectively ( $p < 0.001$ ). According to SF-12, one month after surgery, the LD + pit-picking group showed better results in physical and mental health indicators ( $p < 0.001$ ). Six months after surgery, the Bascom II group showed better results in both indicators ( $p < 0.001$ ). The recurrence rate requiring repeat surgery was higher in the LD + pit-picking group — 0 vs. 5 (16.1 %) cases in the Bascom II group ( $p = 0.053$ ).

**Conclusions.** Laser destruction combined with pit-picking demonstrates advantages in the form of a lower rate of early postoperative complications and faster recovery of physical activity in patients. However, this method is associated with prolonged outpatient follow-up and a higher recurrence rate compared to the Bascom II flap reconstruction.

**Keywords:** epithelial coccygeal passage, pilonidal cyst, Bascom procedure, SiLaC

**Conflict of interest:** the authors declare no conflicts of interest.

**For citation:** Tsarkov P.V., Shlyk D.D., Erdyneev D.V., Pozdnyakov A.A., Zubenkov M.V., Modin K.V., Shcheglovsky A.V. Comparative Assessment of Laser Destruction in Combination with Pit-Picking and Excision with Bascom II Flap Reconstruction in the Treatment of Pilonidal Sinus: Preliminary Results of a Multicenter Randomized Study. Russian Journal of Gastroenterology, Hepatology, Coloproctology. 2026;36(1):47–57. <https://doi.org/10.22416/1382-4376-2026-36-1-47-57>

## Введение

Эпителиальный копчиковый ход (ЭКХ), или пилонидальная болезнь, является распространенным заболеванием в колопроктологии и встречается преимущественно у лиц молодого возраста. При этом в настоящее время отсутствует общепризнанный стандарт хирургического лечения. Способы лечения варьируют от широкого иссечения пораженных тканей с различными вариантами пластики раны крестцово-копчиковой области до малоинвазивных методик. Если «золотым стандартом» на Востоке считается пластика лоскутом Лимберга, то на Западе

отдают предпочтение менее инвазивному эксцизионному методу — пластике раны подкожно-жировым лоскутом с латерализацией межъягодичной борозды, которая характеризуется низким уровнем осложнений и частой рецидивов, не превышающей 10 % в течение 60 месяцев после операции [1–4].

Так, операция Bascom II (cleft lift procedure), описанная еще в 1987 г., не требует обширной мобилизации тканей, может применяться как при первичном ЭКХ, так и при рецидиве заболевания, а также имеет низкую частоту осложнений (до 14 %) и рецидивов

заболевания (до 8 %) в сравнении с ушиванием по срединной линии [5–7]. Кроме того, преимуществом методики является минимальная деформация ягодичной области, что обуславливает хорошие косметические результаты в сравнении с операцией Лимберга [8].

В настоящее время все большую популярность набирают малоинвазивные методики, среди которых особенно выделяется лазерное лечение пилонидальной болезни (ПБ). Классическая операция SiLaC (sinus laser closure) обладает такими преимуществами, как минимальный болевой синдром и быстрое возвращение к ежедневной физической активности. Частота рецидивов при данном способе лечения составляет от 10,2 до 26 % [4, 9]. Комбинация лазерной деструкции ЭКХ с процедурой pit-picking (локального иссечения), согласно ретроспективным единичным публикациям, позволяет уменьшить частоту рецидивов заболевания до 3–8 % [10–12].

В литературе на сегодняшний день отсутствуют публикации, посвященные непосредственным результатам прямого сравнения операции Vascom II и лазерной деструкции в комбинации с pit-picking при лечении ЭКХ. Оба метода имеют свои преимущества и недостатки, и каждый из них допустимо использовать в лечении ПБ.

**Целью данного исследования** является сравнение эффективности использования лазерной деструкции в комбинации с pit-picking и иссечения с пластиковой по Vascom II в лечении эпителиального копчикового хода. Промежуточный анализ, представленный в данной работе, позволяет оценить предварительные результаты проводимого исследования.

## Материалы и методы

Набор пациентов проводился с ноября 2022 г. по апрель 2024 г. Исследование одобрено локальным этическим комитетом Сеченовского Университета (выписка № 10-22 от 23.10.2022). При достижении половины выборки, которая включала 62 пациента, принято решение провести промежуточный анализ полученных результатов лечения с целью оценки возможных негативных последствий или выявления явного преимущества одного из используемых методов на данном этапе, что стало бы поводом для остановки работы.

Исследование проводится на следующих базах: Университетская клиническая больница № 2, Клиника колопроктологии и малоинвазивной хирургии (Сеченовский Университет, Москва); КГБУЗ «Краевая клиническая больница» (Красноярск); ООО Меди-цинский центр «Пятая точка» (Артем); ООО Ме-дицинский центр «Глобал клиник» (Нижний Новгород).

В исследование включались пациенты, у которых:

1) расстояние между первичными, наиболее близко расположенными, отверстиями было не меньше 1 см (с целью сохранения кожно-жирового мостика

после локального иссечения в случае рандомизации для лазерного лечения);

2) вторичные отверстия были расположены не более 3 см от межъягодичной борозды;

3) протяженность полости в наибольшем измерении, согласно заключению УЗИ мягких тканей крестцово-копчиковой области, не превышала 10 см;

4) диаметр полости (ширина) в наибольшем измерении, согласно заключению УЗИ мягких тканей крестцово-копчиковой области, не превышал 3 см.

Из исследования исключались пациенты, потерянные для дальнейшего наблюдения, отказавшиеся от участия в исследовании, а также пациенты, которым было невозможно выполнить операцию в запланированном объеме.

Всем пациентам перед оперативным вмешательством выполняли УЗИ крестцово-копчиковой области. Все пациенты предоставили письменное информированное согласие и могли отказаться от участия в исследовании без объяснения причин.

Пациенты были распределены случайным образом в соотношении 1:1. Для этого использовалась сгенерированная компьютером последовательность распределения, которая была скрыта от исследователей до тех пор, пока пациенты не были включены в исследование.

После получения информированного согласия пациентам присваивался уникальный идентификационный номер. Независимый специалист по статистике заранее готовил конверты с информацией о распределении по группам.

Все стадии исследования соответствуют законодательству Российской Федерации, международным этическим нормам и нормативным документам исследовательской организации.

*Первичная конечная точка* исследования — частота рецидивов заболевания после оперативного лечения.

*Вторичные конечные точки:*

1. Выраженность болевого синдрома на 1, 3, 5, 7, 10, 14 и 21-е сутки до и после применения обезболивающих препаратов.

2. Качество жизни больных до операции и спустя 1, 3 и 6 месяцев после операции согласно опроснику SF-12 (The 12-item Short Form Survey).

3. Частота и характер интраоперационных осложнений.

4. Частота и характер послеоперационных осложнений.

5. Заживление послеоперационной раны с ее полной эпителизацией, формированием рубца.

**Хирургическая техника**

В случае обращения пациента в клиники с наличием абсцесса или гнойного процесса сначала выполнялось дренирование абсцесса или хронической гнойной полости, за которым следовали перевязки водорастворимыми мазями с антибактериальными компонентами в течение 1–2 недель до ликвидации гнойного процесса. Операция выполнялась через 2–3 недели, при этом срок выполнения

оперативного вмешательства не превышал 1 месяца с момента окончания санационных мероприятий. Операция выполнялась в положении пациента лежа на животе под местной либо спинальной анестезией.

Операция Vascom II выполнялась по стандартизированной методике, описанной J.U. Vascom в 1987 г. [5]. После введения в первичные отверстия раствора бриллиантового зеленого с 2 мл 3%-го раствора перекиси водорода выполнялся окаймляющий первичные и/или вторичные отверстия разрез кожи со смещением в латеральную сторону от межъягодичной борозды на 2 см. Далее проводилось иссечение единым блоком кожи и подкожно-жировой клетчатки вместе с пилонидальной кистой. Лоскут, который включал кожу и подкожно-жировую клетчатку, формировался на стороне, противоположной стороне планируемого иссечения, и имел толщину не менее 7 мм. Через контрапертуру в верхнем углу раны в рану устанавливали дренаж 10 FR. Рану послойно ушивали в два слоя: первый слой — подкожно-жировая клетчатка отдельными узловыми швами с захватом дна раны, вторым рядом ушивался слой оставшейся подкожно-жировой клетчатки до уровня кожи (нить Полисорб 2/0). На кожу накладывали швы по Донати (нить Викрил 2/0). К дренажу присоединяли систему с гофрированным резервуаром для активной аспирации объемом 100 мл (рис. 1).

При операции ЛД + pit-picking первым этапом выполнялось аналогичное прокрашивание полости, затем с помощью дермопанча диаметром 0,8–1,0 см хирург иссекал первичные и вторичные отверстия. Далее с помощью ложки Фолькмана осуществлялся кюретаж полости. Для лазерной деструкции был использован радиальный диодный лазер FIBerLase S (ООО «ВПГ ЛАЗЕРУАН», Россия) с длиной волны 1,56 мкм и мощностью 10 Вт в непрерывном режиме. Начиная с дистально расположенного первичного отверстия волокно проводилось через всю полость и затем выводилось со скоростью примерно 1 мм/с.

Волокно повторно проводилось через вторичные отверстия при их наличии. Количество передаваемой энергии напрямую зависело от размеров полости ( $\approx 400$ –1000 Дж). После обработки лазерной энергией рана дополнительно промывалась 0,5%-ным водным раствором хлоргексидина. На рану накладывалась повязка со спиртовым раствором антисептика (рис. 2).

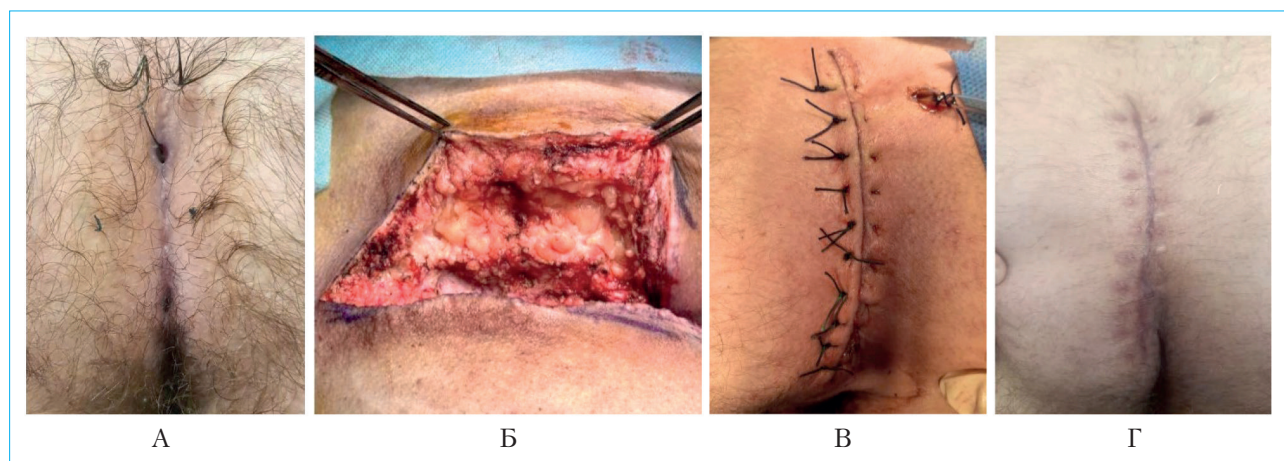
У пациентов группы Vascom II дренаж не удаляли до тех пор, пока количество отделяемого не достигало уровня менее 5 мл/сут. Пациентов группы ЛД + pit-picking выписывали из стационара на следующие сутки после операции. В группе Vascom II пациенты выписывались после удаления дренажа и контрольного УЗИ. Контрольные визиты в обеих группах проводились 1 раз в неделю до полного заживления, затем через 3, 6 и 12 месяцев после операции.

В ходе работы были проанализированы следующие данные: демографические показатели — возраст, пол пациентов, индекс массы тела; наличие у пациентов сопутствующего синдрома фолликулярной окклюзии; интраоперационные данные — продолжительность операции, объем кровопотери; послеоперационные показатели: интенсивность боли по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), частота осложнений, время возвращения к ежедневной физической активности, заживление послеоперационной раны, частота рецидивов после операции. Также на этапе предоперационной подготовки и спустя 1, 3 и 6 месяцев после операции проводилась оценка физического и ментального здоровья с помощью опросника SF-12.

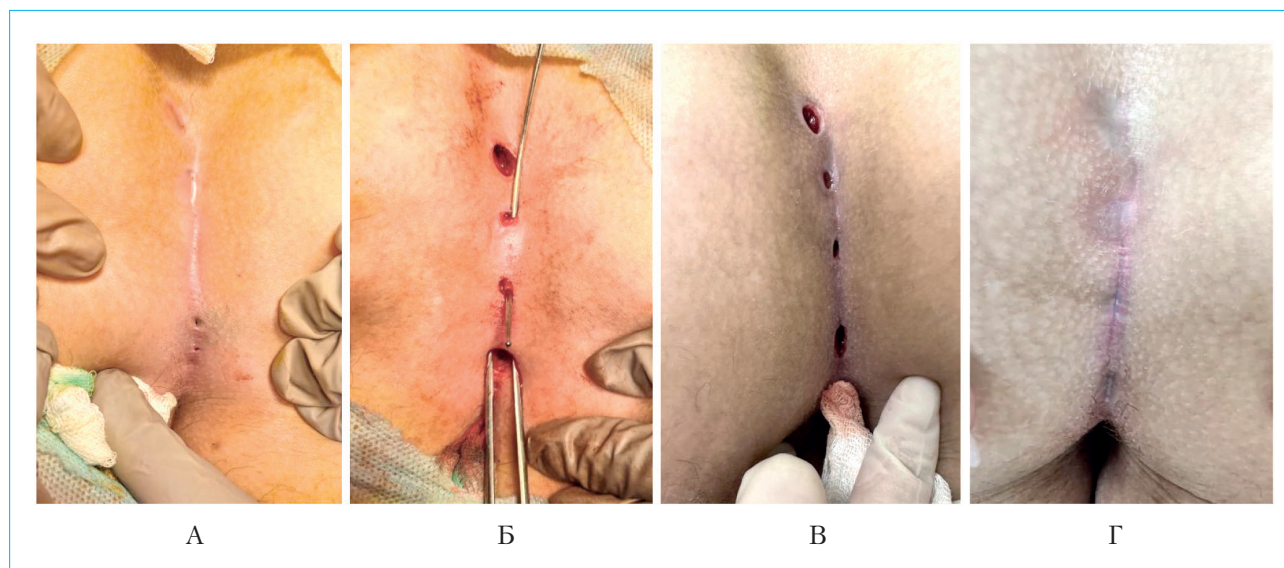
#### Статистический анализ

Расчет объема выборки был выполнен с использованием калькулятора <https://www.sealedenvelope.com/power/binary-superiority> [13].

Для обеспечения достаточной статистической мощности было проведено предварительное расчетное



**Рисунок 1.** Пластика по Vascom II (клинический пример № 1): А — до операции; Б — мобилизованный кожно-жировой лоскут после иссечения пилонидальной кисты; В — наложение на кожу швов по Донати; Г — через 21 день после операции



**Рисунок 2.** Лазерная деструкция + pit-picking (клинический пример № 2): А — до операции; Б — зондирование первичных и вторичных отверстий; В — через 10 дней после операции; Г — через 28 дней после операции

определение объема выборки. В ходе работы было установлено, что 62 пациента в каждой группе позволят выявить 13,5 % разницу в частоте рецидивов с мощностью 80 % и доверительным уровнем 5 %, учитывая, что частота рецидивов после операции достигает 15 % после лазерной деструкции [14] и 1,5 % после пластики Vascom II [4], согласно данным литературы. Соответствующие критериям пациенты были разделены на две группы: Vascom II и ЛД + pit-picking. Оперативное лечение выполнялось в стационарных условиях.

Статистический анализ проводился с использованием программы IBM SPSS Statistics for Windows 26.0 (IBM Corp., США). Для проверки нормальности распределения использовался тест Шапиро — Уилка. Сравнение категориальных переменных выполнялось при помощи точного критерия Фишера. Анализ количественных данных проводился с использованием *t*-критерия Стьюдента для двух независимых нормально распределенных переменных и с использованием *U*-критерия Манна — Уитни — для двух независимых переменных с ненормальным распределением. Для описания данных использовались: среднее  $\pm$  стандартное отклонение (SD, standard deviation), медиана (Q1–Q3), проценты (%) — в тех случаях, когда это было уместно. Значение  $p < 0,05$  было принято за статистически значимое.

## Результаты

С ноября 2022 г. по апрель 2024 г. 87 пациентов с диагнозом «эпителиальный копчиковый ход» были госпитализированы для проведения хирургического лечения и прошли скрининг на соответствие критериям включения; в окончательный анализ были

включены 62 пациента (рис. 3). Два пациента были потеряны для дальнейшего наблюдения.

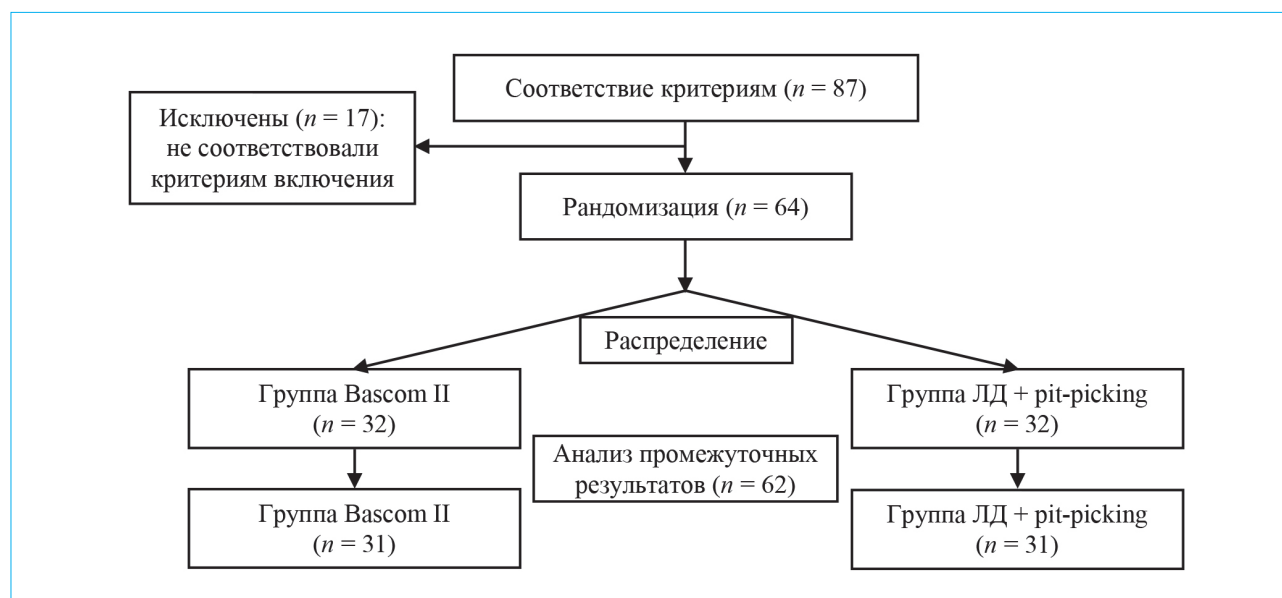
Средний возраст пациентов составил 28 (24–34) лет. Мужчин было 48 (77,4 %), женщин — 14 (22,6 %). Обе группы были сопоставимы по полу, возрасту, индексу массы тела ( $p > 0,05$ ). Сопутствующий синдром фолликулярной окклюзии в группе Vascom II встречался в 5 (16,1 %) наблюдениях, в группе ЛД + pit-picking — в 4 (12,9 %) ( $p = 1,0$ ). Демографические показатели и интраоперационные данные представлены в таблице 1.

При анализе интраоперационных данных между группами Vascom II и ЛД + pit-picking были выявлены статистически значимые различия в продолжительности операции (50 (25–70) vs. 15 (10–40) мин соответственно) и объеме кровопотери (5 (2–10) vs. 2 (1–5) мл соответственно) ( $p < 0,001$  для каждого показателя). Интраоперационных осложнений зарегистрировано не было.

### Послеоперационные показатели

Число послеоперационных койко-дней было статистически значимо выше в группе Vascom II по сравнению с группой ЛД + pit-picking — 7 (5–10) vs. 1 (1–1) дня ( $p < 0,01$ ). Осложнения в группе Vascom II встречались чаще, чем в группе ЛД + pit-picking: 10 (32,3 %) vs. 3 (9,7 %) случаев. Различия были статистически не значимы ( $p = 0,059$ ), хотя и стремились к пограничным значениям. Основным видом осложнений в группе Vascom II было расхождение краев раны ( $n = 6$ ). Все 3 (9,7 %) случая осложнений в группе ЛД + pit-picking связаны с образованием гематомы (табл. 2).

Баллы по ВАШ были существенно выше в группе Vascom II на 1–10-е сутки после операции (рис. 4). Заживление послеоперационной раны с полной эпителизацией произошло статистически



**Рисунок 3.** Дизайн исследования. ЛД – лазерная деструкция

**Таблица 1.** Демографические и интраоперационные показатели

Показатели	Bascom II (n = 31)	ЛД + pit-picking (n = 31)	p
Возраст, годы, Me (Q3–Q5)	27 (22–31)	31 (26–35)	0,092 <sup>a</sup>
Пол, n (%)			0,762 <sup>b</sup>
мужской	25 (80,6 %)	23 (74,2 %)	
женский	6 (19,4 %)	8 (25,8 %)	
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup>	26,6 ± 4,8	25,6 ± 4,7	0,432 <sup>c</sup>
Синдром фолликулярной окклюзии	5 (16,1 %)	4 (12,9 %)	1,0
Время операции, мин	50 (25–70)	15 (10–40)	<0,001 <sup>a</sup>
Объем кровопотери, мл	5 (2–10)	2 (1–5)	<0,001 <sup>a</sup>

**Примечание:** ЛД – лазерная деструкция; значения, выделенные жирным шрифтом, указывают на статистическую значимость ( $p < 0,05$ ); <sup>a</sup> – U-критерий Манна – Уитни; <sup>b</sup> – точный критерий Фишера; <sup>c</sup> – t-критерий Стьюдента.

значимо быстрее в группе Vascom II по сравнению с группой ЛД + pit-picking – через 24 (16–33) и 35 (28–45) дней соответственно ( $p = 0,002$ ). Однако в группе ЛД + pit-picking пациенты быстрее вернулись к ежедневной физической активности ( $p < 0,001$ ). Количество визитов после операции было статистически значимо выше в группе ЛД + pit-picking ( $p < 0,001$ ).

По рецидиву заболевания, потребовавшего повторного оперативного вмешательства, в группе ЛД + pit-picking по сравнению с группой Vascom II выявлена тенденция к статистической значимости – 0 vs. 5 (16,1 %) случаев ( $p = 0,053$ ). Среднее время до рецидива составило  $4,6 \pm 0,8$  мес.

Согласно опроснику SF-12 через месяц после операции группа ЛД + pit-picking показала лучшие результаты по физическим и ментальным показателям ( $p < 0,001$ ). В противоположность этому через полгода после операции уже в группе Vascom II были зарегистрированы лучшие результаты по обоим показателям ( $p < 0,001$ ). Данные

опросника SF-12 в динамике по группам представлены в таблице 3. В группе Vascom II были зарегистрированы статистически значимые улучшения показателей по физическим и ментальным показателям спустя 1, 3 и 6 месяцев после хирургического лечения ( $p < 0,001$ ). В группе ЛД + pit-picking пациенты также отмечали улучшение показателей физического и ментального здоровья спустя 6 месяцев после лечения ( $p < 0,001$ ). Среднее время прослеженности составило в группе Vascom II  $13,0 \pm 8,0$  мес., в группе ЛД + pit-picking –  $15,6 \pm 5,3$  мес. ( $p = 0,178$ ).

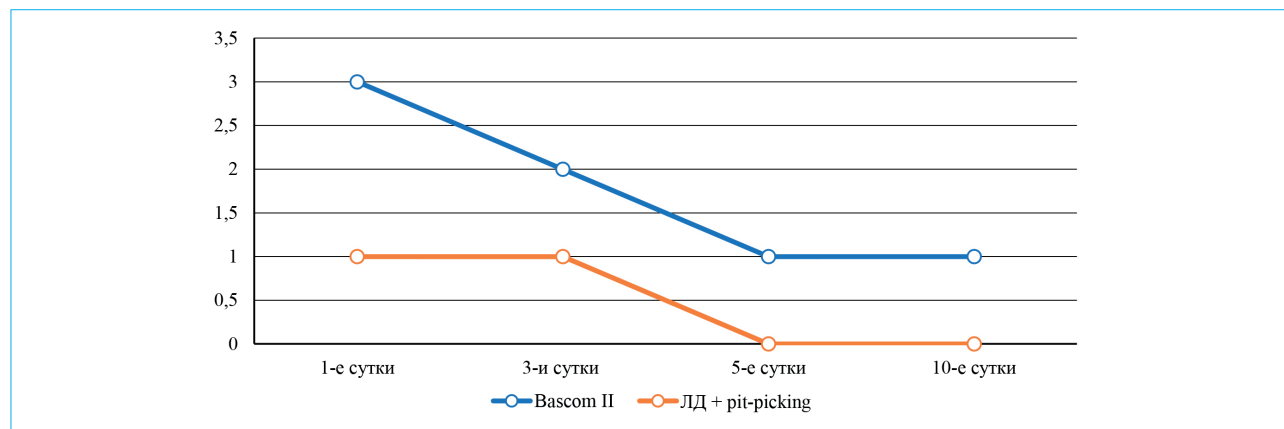
## Обсуждение

В настоящее время в клинической практике отсутствует общепринятый «золотой стандарт» лечения пациентов с пилонидальной кистой. Исторически сложилось, что традиционные хирургические методы, включая иссечение с открытым ведением раны, марсупиализацию и первичное ушивание

**Таблица 2.** Послеоперационные показатели

Показатели	Bascom II (n = 31)	ЛД + pit-picking (n = 31)	p
Продолжительность госпитализации, койко-дни	7 (5–10)	1 (1–1)	<0,01 <sup>a</sup>
Осложнения, n (%)	10 (32,3 %)	3 (9,7 %)	0,059 <sup>b</sup>
гематома	1 (3,2 %)	3 (9,7 %)	0,612 <sup>b</sup>
серома	2 (6,4 %)	–	–
расхождение краев раны	5 (19,2 %)	–	–
нагноение раны	1 (3,2 %)	–	–
Визуально-аналоговая шкала, баллы			
1-е сутки	3 (2–4)	1 (1–2)	<0,001 <sup>a</sup>
3-и сутки	2 (0,5–3)	1 (0–1)	0,006 <sup>a</sup>
5-е сутки	1 (0–2)	0 (0–1)	0,042 <sup>a</sup>
7-е сутки	0 (0–2)	0 (0–0,5)	0,083
10-е сутки	0 (0–1)	0 (0–0)	0,047 <sup>a</sup>
14-е сутки	0 (0–0)	0 (0–0)	0,079
21-е сутки	0 (0–0)	0 (0–0)	1,000
Заживление раны, сут.	24 (16–33)	35 (28–45)	0,002 <sup>a</sup>
Количество визитов, n	4 (3–5)	7 (7–8)	<0,001 <sup>a</sup>
Возвращение к ежедневной физической активности, сут.	14 (11–16)	4 (3–4)	<0,001 <sup>a</sup>
SF-12 до операции, баллы			
физическое здоровье	46,7 (44,0–48,3)	43,7 (40,1–48,2)	0,137 <sup>a</sup>
ментальное здоровье	46,2 (43,3–48,0)	45,4 (40,2–48,3)	0,607 <sup>a</sup>
SF-12 спустя 1 месяц после операции, баллы			
физическое здоровье	41,3 (41,0–41,9)	44,8 (44,3–45,3)	<0,001 <sup>a</sup>
ментальное здоровье	42,0 (41,7–42,2)	44,8 (44,4–45,2)	
SF-12 спустя 3 месяца после операции, баллы			
физическое здоровье	45,6 (44,8–46,2)	45,5 (44,9–46,1)	1,000 <sup>a</sup>
ментальное здоровье	45,4 (44,9–46,1)	45,5 (45,1–46,0)	0,905 <sup>a</sup>
SF-12 спустя 6 месяцев после операции, баллы			
физическое здоровье	46,0 (45,8–46,2)	43,9 (43,7–44,1)	<0,001 <sup>a</sup>
ментальное здоровье	46,0 (45,8–46,2)	43,8 (43,7–44,0)	
Рецидивы, n (%)	0	5 (16,1 %)	0,053 <sup>b</sup>
Средний срок прослеженности, мес., M ± SD	13,0 ± 8,0	15,6 ± 5,3	0,178 <sup>a</sup>
Время до рецидива, мес., M ± SD	–	4,6 ± 0,8	–

**Примечание:** ЛД – лазерная деструкция; SF-12 – The 12-item Short Form Survey; M – среднее (mean); SD – стандартное отклонение (standard deviation); значения, выделенные жирным шрифтом, указывают на статистическую значимость ( $p < 0,05$ ); <sup>a</sup> – U-критерий Манна – Уитни; <sup>b</sup> – точный критерий Фишера.



**Рисунок 4.** Баллы по визуально-аналоговой шкале в исследуемых группах на 1–10-е сутки послеоперационного периода. ЛД – лазерная деструкция

**Таблица 3.** Результаты опросника SF-12 в динамике по группам

Группы	Показатели	Этапы наблюдения				p
		до лечения	спустя 1 мес.	спустя 3 мес.	спустя 6 мес.	
Bascom II (n = 31)	SFpcs	46,7 (44,0–48,3)	41,3 (41,0–41,9)	45,6 (44,8–46,2)	46,0 (45,8–46,2)	p < 0,001 p <sub>до-1</sub> < 0,001 <sup>a</sup> p <sub>1-3</sub> < 0,001 <sup>a</sup> p <sub>1-6</sub> < 0,001 <sup>a</sup>
	SFmcs	46,2 (43,3–48,0)	42,0 (41,7–42,2)	45,4 (44,9–46,1)	46,0 (45,8–46,2)	p < 0,001 p <sub>до-1</sub> < 0,001 <sup>a</sup> p <sub>1-3</sub> < 0,001 <sup>a</sup> p <sub>1-6</sub> < 0,001 <sup>a</sup>
ЛД + pit- picking (n = 31)	SFpcs	43,7 (40,1–48,2)	44,8 (44,3–45,3)	45,5 (44,9–46,1)	43,9 (43,7–44,1)	p < 0,001 p <sub>1-6</sub> < 0,001 <sup>a</sup> p <sub>до-3</sub> = 0,026 <sup>a</sup> p <sub>3-6</sub> < 0,001 <sup>a</sup>
	SFmcs	45,4 (40,2–48,3)	44,8 (44,4–45,2)	45,5 (45,1–46,0)	43,8 (43,7–44,0)	p < 0,001 p <sub>1-6</sub> < 0,001 <sup>a</sup> p <sub>до-6</sub> < 0,001 <sup>a</sup> p <sub>3-6</sub> < 0,001 <sup>a</sup>

**Примечание:** SF-12 – The 12-item Short Form Survey; SFpcs – суммарный показатель физического здоровья (physical component summary) по SF-12; SFmcs – суммарный показатель ментального здоровья (mental component summary) по SF-12; ЛД – лазерная деструкция; <sup>a</sup> – критерий Фридмана.

по срединной линии, оставались и продолжают оставаться основой хирургической стратегии. Среди данных операций наименьшей травматичностью и удовлетворительными результатами характеризуется техника иссечения пилоидальной кисты с латерализацией межъягодичной борозды. Согласно данным литературы, при использовании данного подхода частота осложнений не превышает 14 %, а вероятность рецидива составляет менее 10 % [5–7]. Вместе с тем применение данных методов сопряжено с продолжительным периодом заживления послеоперационной раны и существенными ограничениями в повседневной активности пациентов.

В последнее десятилетие все большую популярность набирают малоинвазивные хирургические методы. Применение лазерных технологий в лечении эпителиального копчикового хода демонстрирует преимущества перед традиционными эксцизионными операциями: раннее возвращение пациентов к физической активности; меньший болевой синдром в раннем послеоперационном периоде; снижение частоты послеоперационных осложнений. Однако данный способ лечения требует организации тщательного ухода за раной в послеоперационном периоде с участием врача или обученных родственников пациента. Ключевым фактором, ограничивающим использование данного метода, является относительно высокий уровень рецидивов, что не позволяет рекомендовать его в качестве рутинной практики у всех пациентов с данной нозологией.

В 2022–2023 гг. опубликованы работы европейских авторов, в которых были продемонстрированы результаты лечения пациентов по классической технологии SiLaC (Sinus Laser-assisted Closure).

M. Dessily et al. сообщают, что при использовании указанной технологии частота заживления составила 94 %, средний срок заживления –  $19,5 \pm 14,4$  дня. Частота рецидивов составила 15,2 %, что сопоставимо с нашими результатами, а среднее время до рецидива –  $193 \pm 87$  дней [15]. В мультицентровом исследовании, опубликованном T.C. Sluckin et al., было показано, что после первой процедуры лазерной деструкции общий процент успеха (заживление раны, отсутствие рецидива) составил 66,2 %. Сопоставимые с нашими данные по проценту рецидивов (группа ЛД + pit-picking) после одной процедуры SiLaC составили 26 %, к тому же 7,4 % пациентов имели неполное заживление раны. При выполнении второй и третьей процедур уровень успеха увеличился до 98 % [9].

В систематическом обзоре I. Romic et al. (2021), проведен анализ 87 исследований (971 пациент), посвященных лазерному лечению пилоидальной кисты. Среднее время операции составило 26 (6–65) минут. Средневзвешенная частота осложнений составила 10 %, что сопоставимо с данными, полученными в нашем исследовании. При медиане периода наблюдения, равной 12 (7–25) месяцев, первичное заживление было достигнуто у 917 (94,4 %) пациентов, средневзвешенная частота рецидивов составила 3,8 %. Авторы указывают, что ретроспективный характер исследований и небольшой срок наблюдения не позволяют провести адекватный метарегрессионный анализ [15].

В работах, которые проводили сравнительный анализ между традиционной пластикой по Лимбергу и Каридакису и методикой SiLaC, были получены результаты, не соответствующие полученным

нами в ходе промежуточного анализа исследования. Противоречия с нашими данными заключаются в том, что метод SiLaC демонстрирует сопоставимые результаты с пластикой по Лимбергу по показателям заживления послеоперационной раны, частоты рецидивов (8,3 % в группе SiLaC vs. 4,3% в группе пластики по Лимбергу) и количества осложнений (20,83 % vs. 12,8 % соответственно). В ходе второй работы не было выявлено статистически значимых различий в количестве осложнений и рецидивов, которые были выявлены только в группе пластики по Каридакису — 6,3 и 3,2 % соответственно. Преимущества методики SiLaC, сходные с полученными в нашем исследовании, заключались в меньших продолжительности операции, количестве послеоперационных койко-дней, выраженности болевого синдрома по ВАШ и в раннем возвращении к ежедневной физической активности [16, 17].

Метод хирургической марсупиализации синусов (pit-picking), описанный M. Gips в 2008 г., несмотря на техническую простоту, в настоящее время в качестве самостоятельного метода используется редко, так как требует тщательного подбора пациентов [18]. I. Iesalnieks et al. провели анализ среди 157 пациентов, которым проводилась только операция pit-picking с 2007 по 2010 г., и выявили, что у 17 % из них в течение 7 месяцев возник рецидив заболевания [11]. Однако комбинация данного метода с лазерной деструкцией демонстрирует высокую клиническую эффективность и улучшенные отдаленные результаты. Так, в ретроспективном исследовании, опубликованном в 2023 г., N. Noresh et al. выявили статистическую разницу в частоте рецидивов между пациентами, которым была проведена трепанобиопсия ( $n = 130$ ) и трепанобиопсия с лазерной деструкцией ( $p < 0,001$ ). При этом логистический регрессионный анализ также показал, что добавление лазера было статистически значимо ассоциировано с более низким риском рецидива (отношение шансов — 0,23) [12].

В турецком исследовании, опубликованном в 2020 г., V.H. Yardimci сравнил пациентов с неосложненным ЭКХ (средний срок наблюдения — 25 месяцев), оперированных с помощью пластики по Каридакису ( $n = 28$ ) и метода pit-excision + SiLaT ( $n = 30$ ) с использованием 1,470 нм диодного лазера. Аналогично нашим результатам были зарегистрированы меньшая продолжительность операции в группе pit-excision + SiLaT по сравнению с пластикой по Каридакису (15,1

vs. 36,4 мин), меньшая выраженность послеоперационного болевого синдрома по ВАШ (в среднем 2,1 vs. 4,4), раннее возвращение к ежедневной физической активности (2,6 vs. 12,8 дня). Однако оба метода оказались сопоставимы по частоте рецидивов (3,3 % в группе pit-excision + SiLaT и 3,6 % в группе пластики по Каридакису), что отличается от данных, полученных в ходе нашей работы [10].

Результаты, полученные в нашем исследовании, согласуются с данными литературы в отношении показателей продолжительности операции, послеоперационного койко-дня, частоты осложнений, уровня послеоперационного болевого синдрома, возвращения к ежедневной физической активности. Главное отличие нашей работы заключается в высоком проценте рецидивов в группе ЛД + pit-picking (16,1 %). Помимо этого, впервые было зафиксировано такое негативное последствие в группе лазерной деструкции, как необходимость более длительного наблюдения у врача и ухода за раной, в отличие от группы, где применялась пластика по Vascom II (7 vs. 4 случаев;  $p < 0,001$ ). Данные выводы согласуются с результатами опросника SF-12: в группе ЛД + pit-picking регистрируются статистически значимо более высокие показатели (по физическому, психологическому компонентам) в раннем послеоперационном периоде (1 месяц). Однако при долгосрочном наблюдении (6 месяцев) отмечается статистически значимое преимущество по указанным параметрам в группе Vascom II. Хотя мы не получили достоверной разницы в частоте рецидивов, имеется тенденция к статистической значимости, что определяет необходимость продолжения исследования для верификации полученных данных.

## Выводы

Лазерная деструкция в комбинации с pit-picking эпителиального копчикового хода демонстрирует преимущества в виде меньшей частоты ранних послеоперационных осложнений и более быстрого восстановления физической активности пациентов. Однако данный метод ассоциирован с пролонгированным амбулаторным лечением и более высокой частотой рецидивов по сравнению с техникой Vascom II. Необходимо дальнейшее изучение данной техники в крупномасштабных проспективных рандомизированных исследованиях для обоснования использования того или иного метода в лечении эпителиального копчикового хода.

## Литература / References

1. *Zagryadskiy E.A.* Операция Vascom II (Cleft-Lift) при рецидиве эпителиального копчикового хода. *Колопроктология*. 2018;2S:18–8a. [*Zagryadskiy E.A.* Vascom II (Cleft-Lift) procedure for recurrent pilonidal sinus. *Koloproktologia*. 2018;2S:18–8a. (In Russ.)].
2. *Harries R.L., Alqallaf A., Torkington J., Harding K.G.* Management of sacrococcygeal pilonidal sinus disease. *Int Wound J*. 2019;16(2):370–8. DOI: 10.1111/iwj.13042
3. *Iesalnieks I., Ommer A., Herold A., Doll D.* German national guideline on the management of pilonidal disease:

- Update 2020. *Langenbecks Arch Surg.* 2021;406(8):2569–80. DOI: 10.1007/s00423-020-02060-1
4. *Stauffer V.K., Luedi M.M., Kauf P., Schmid M., Diekmann M., Wiefelich K., et al.* Common surgical procedures in pilonidal sinus disease: A meta-analysis, merged data analysis, and comprehensive study on recurrence. *Sci Rep.* 2018;8(1):3058. DOI: 10.1038/s41598-018-20143-4
  5. *Bascom J.U.* Repeat pilonidal operations. *Am J Surg.* 1987;154(1):118–22. DOI: 10.1016/0002-9610(87)90300-x
  6. *Ojo D., Flashman K., Thomas G., Tozer P., Senapati A.* Cleft closure (the Bascom cleft lift) for 714 patients-treatment of choice for complex and recurrent pilonidal disease (a cohort study). *Colorectal Dis.* 2023;25(9):1839–43. DOI: 10.1111/codi.16688
  7. *Immerman S.C.* The Bascom cleft lift as a solution for all presentations of pilonidal disease. *Cureus.* 2021;13(2):e13053. DOI: 10.7759/cureus.13053
  8. *Immerman S.C.* Patient satisfaction after the cleft-lift procedure. *Cureus.* 2021;13(9):e17686. DOI: 10.7759/cureus.17686
  9. *Sluckin T.C., Hazen S.J.A., Smeenk R.M., Schouten R.* Sinus laser-assisted closure (SiLaC®) for pilonidal disease: Results of a multicentre cohort study. *Tech Coloproctol.* 2022;26(2):135–41. DOI: 10.1007/s10151-021-02550-4
  10. *Yardimci V.H.* Outcomes of two treatments for uncomplicated pilonidal sinus disease: Karydakias flap procedure and sinus tract ablation procedure using a 1,470 nm diode laser combined with pit excision. *Lasers Surg Med.* 2020;52(9):848–54. DOI: 10.1002/lsm.23224
  11. *Iesalniaks I., Deimel S., Kienle K., Schlitt H.J., Zülke C.* Pit-picking-Operation bei Patienten mit Sinus pilonidalis [Pit-picking surgery for pilonidal disease]. *Chirurg.* 2011;82(10):927–31. DOI: 10.1007/s00104-011-2077-9
  12. *Horesh N., Maman R., Zager Y., Anteby R., Weksler Y., Carter D., et al.* Surgical outcomes of minimally invasive trephine surgery for pilonidal sinus disease with and without laser therapy: A comparative study. *Tech Coloproctol.* 2023;28(1):13. DOI: 10.1007/s10151-023-02897-w
  13. *Wang X., Ji X.* Sample size estimation in clinical research: From randomized controlled trials to observational studies. *Chest.* 2020;158(1S):S12–20. DOI: 10.1016/j.chest.2020.03.010
  14. *Dessily M., Dziubeck M., Chahidi E., Simonelli V.* The SiLaC procedure for pilonidal sinus disease: Long-term outcomes of a single institution prospective study. *Tech Coloproctol.* 2019;23(12):1133–40. DOI: 10.1007/s10151-019-02119-2
  15. *Romic I., Augustin G., Bogdanic B., Bruketa T., Moric T.* Laser treatment of pilonidal disease: A systematic review. *Lasers Med Sci.* 2022;37(2):723–32. DOI: 10.1007/s10103-021-03379-x
  16. *Akyol H.* Sinus laser therapy versus Karydakias flap procedure in the management of pilonidal sinus disease: A comparative analysis of intraoperative parameters and postoperative outcome. *Tech Coloproctol.* 2024;29(1):26. DOI: 10.1007/s10151-024-03058-3
  17. *Algazar M., Zaitoun M.A., Khalil O.H., Abdalla W.M.* Sinus laser closure (SiLaC) versus Limberg flap in management of pilonidal disease: A short-term non-randomized comparative prospective study. *Asian J Surg.* 2022;45(1):179–83. DOI: 10.1016/j.asjsur.2021.04.026
  18. *Gips M., Melki Y., Salem L., Weil R., Sulkes J.* Minimal surgery for pilonidal disease using trephines: Description of a new technique and long-term outcomes in 1,358 patients. *Dis Colon Rectum.* 2008;51(11):1656–63. DOI: 10.1007/s10350-008-9329-x

### Сведения об авторах

**Царьков Петр Владимирович** — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой хирургии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский университет). Контактная информация: tsarkov@kkmx.ru; 119435, г. Москва, ул. Погодинская, 1, стр. 1. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7134-6821>

**Шлык Дарья Дмитриевна** — кандидат медицинских наук, доцент кафедры хирургии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский университет). Контактная информация: shlikdarya@gmail.com; 119435, г. Москва, ул. Погодинская, 1, стр. 1. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9232-6520>

**Эрдынеев Доржи Вячеславович\*** — аспирант кафедры хирургии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский университет). Контактная информация: erdyneevdorzhi@mail.ru; 119435, г. Москва, ул. Погодинская, 1, стр. 1. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9073-3869>

### Information about the authors

**Petr V. Tsarkov** — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Surgery, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University). Contact information: tsarkov@kkmx.ru; 119435, Moscow, Pogodinskaya str., 1, build. 1. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7134-6821>

**Darya D. Shlyk** — Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Surgery, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University). Contact information: shlikdarya@gmail.com; 119435, Moscow, Pogodinskaya str., 1, build. 1. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9232-6520>

**Dorzhi V. Erdynееv\*** — Resident of the Department of Surgery, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University). Contact information: erdyneevdorzhi@mail.ru; 119435, Moscow, Pogodinskaya str., 1, build. 1. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9073-3869>

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

**Поздняков Артем Аркадьевич** — кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной хирургии им. проф. А.М. Дыхно с курсом последипломного образования, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России.

Контактная информация: artem-ark@mail.ru;  
660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7441-2815>

**Зубенков Максим Владимирович** — кандидат медицинских наук, руководитель центра проктологии, ООО Медицинский центр «Глобал клиник».

Контактная информация: zubenkovmaxim@rambler.ru;  
603089, г. Нижний Новгород, ул. Полтавская, 39.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4033-6468>

**Модин Константин Владимирович** — кандидат медицинских наук, главный врач клиники, ООО Медицинский центр «Пятая точка».

Контактная информация: Tigr72@mail.ru;  
692756, г. Артем, ул. Заречная, 9/1.  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3177-840X>

**Щегловский Александр Валерьевич** — хирург, колопроктолог, ООО Медицинский центр «Пятая точка».

Контактная информация: alexdockvmf@mail.ru;  
692756, г. Артем, ул. Заречная, 9/1.  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5217-1176>

**Artem A. Pozdnyakov** — Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the A.M. Dykhno Department of Hospital Surgery with a Course of Continuing Education, Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University.

Contact information: artem-ark@mail.ru;  
660022, Krasnoyarsk, Partizana Zheleznyaka str., 1.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7441-2815>

**Maxim V. Zubenkov** — Cand. Sci. (Med.), Head of the Proctology Center, Global Clinic Medical Center.

Contact information: zubenkovmaxim@rambler.ru;  
603089, Nizhny Novgorod, Poltavskaya str., 39.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4033-6468>

**Konstantin V. Modin** — Cand. Sci. (Med.), Chief Physician, Pyataya Tochka Medical Center.

Contact information: Tigr72@mail.ru;  
692756, Artem, Zarechnaya str., 9/1.  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3177-840X>

**Alexander V. Shcheglovsky** — Surgeon, Coloproctologist, Pyataya Tochka Medical Center.

Contact information: alexdockvmf@mail.ru;  
692756, Artem, Zarechnaya str., 9/1.  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5217-1176>

### Вклад авторов

**Концепция и дизайн исследования:** Царьков П.В., Шлык Д.Д., Эрдынеев Д.В., Поздняков А.А., Зубенков М.В., Модин К.В., Щегловский А.В.

**Сбор и обработка материалов:** Шлык Д.Д., Эрдынеев Д.В., Поздняков А.А., Зубенков М.В., Модин К.В., Щегловский А.В.

**Статистическая обработка:** Эрдынеев Д.В.

**Написание текста:** Шлык Д.Д., Эрдынеев Д.В.

**Редактирование:** Царьков П.В.

**Проверка верстки и ее согласование с авторским коллективом:** Шлык Д.Д., Эрдынеев Д.В.

### Authors' contributions

**Concept and design of the study:** Tsarkov P.V., Shlyk D.D., Erdyneev D.V., Pozdnyakov A.A. Zubenkov M.V., Modin K.V., Shcheglovsky A.V.

**Collection and processing of the material:** Shlyk D.D., Erdyneev D.V., Pozdnyakov A.A. Zubenkov M.V., Modin K.V., Shcheglovsky A.V.

**Statistical processing:** Erdyneev D.V.

**Writing of the text:** Erdyneev D.V., Shlyk D.D.

**Editing:** Tsarkov P.V.

**Proof checking and approval with authors:** Shlyk D.D., Erdyneev D.V.

Поступила: 16.10.2025 Принята: 23.12.2025 Опубликовано: 26.02.2026  
Submitted: 16.10.2025 Accepted: 23.12.2025 Published: 26.02.2026