

На правах рукописи



Крючков Илья Андреевич

**Возможности комплексной лучевой диагностики в прогнозировании
элиминации резидуальных конкрементов почечной локализации
после перкутанной нефролитотрипсии**

3.1.25. Лучевая диагностика

3.1.13. Урология и андрология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва – 2026

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научные руководители:

доктор медицинских наук, профессор
доктор медицинских наук, доцент

Чехонацкая Марина Леонидовна
Россоловский Антон Николаевич

Официальные оппоненты:

Громов Александр Игоревич – доктор медицинских наук, профессор, Научно-исследовательский институт урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, отдел онкоурологии, группа лучевых методов диагностики и лечения, руководитель группы

Саенко Владимир Степанович – доктор медицинских наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Институт урологии и репродуктивного здоровья человека, профессор

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится «17» июня 2026 г. в 10:00 часов на заседании диссертационного совета ДСУ 208.001.22 при ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) по адресу: 119435, г. Москва, ул. Большая Пироговская, д.6, стр. 1

С диссертацией можно ознакомиться в Фундаментальной учебной библиотеке ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) (119034, г. Москва, Зубовский бульвар, д.37/1) и на сайте организации: <https://www.sechenov.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 2026 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат медицинских наук, доцент



Павлова Ольга Юрьевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Мочекаменная болезнь (МКБ) относится к одному из наиболее распространенных урологических заболеваний, которой в настоящее время страдает 3% населения (А.Д. Каприн и соавт., 2022; C.N Dave et al., 2025). Среди заболеваний почек МКБ встречается в 60% случаев (В.С. Саенко и соавт., 2023).

Социальная значимость и актуальность этой проблемы подчеркивается эпидемиологическими исследованиями, согласно которым частота возникновения МКБ в мире увеличивается с каждым годом (К. Stamatelou, D.S. Goldfarb, 2023), причем наиболее часто болеют люди трудоспособного возраста (С.В. Песегов и соавт., 2019).

В настоящее время наиболее эффективным методом в лечении коралловидного нефролитиаза считается перкутанная нефролитотрипсия (ПНЛ) (С. Turk et al., 2023).

Однако далеко не всегда удается достичь полного освобождения почки от камней в ходе операции (S. Shastri et al., 2023). В 9–26% случаев отмечается формирование резидуальных конкрементов (А.Г. Мартов, Д.В. Ергаков, 2020; A. Uleri et al., 2024).

Остается дискуссионным и требует дальнейшего изучения влияние остаточных камней на функцию почки (П.В. Глыбочко и соавт., 2021). Динамическая нефросцинтиграфия с определением эффективного почечного плазмотока (ЭПП) считается «золотым стандартом» в оценке функционального состояния почечной паренхимы (М.Ю. Просянных и соавт., 2023; А.И. Громов и соавт., 2025). Надежным маркером тубулоинтерстициального поражения признан β_2 -микроглобулин мочи ($u\beta_2$ -МГ) (А.В. Казаченко и соавт., 2023).

На сегодняшний день нет единого мнения по вопросу выбора оптимальных методов и сроков визуализации резидуальных фрагментов (S. Shastri et al., 2023; M. Akram et al., 2024). Компьютерная томография (КТ) почек в нативном режиме считается «золотым стандартом» в диагностике МКБ и обладает высокой разрешающей способностью в выявлении остаточных конкрементов (чувствительность 96% и специфичность до 100%) по сравнению

с ультразвуковым исследованием (УЗИ) и урографией (Н.К. Гаджиев и соавт., 2021; С.К. Терновой и соавт., 2021). Несмотря на высокие диагностические возможности КТ, использование данного метода с целью скрининга резидуальных камней после ПНЛ не нашло отражения в клинических рекомендациях («Российское общество урологов», 2024).

В настоящее время остаются не изученными КТ-параметры резидуального камня и их взаимосвязь с последующей элиминацией.

Комплексный подход к проблеме диагностики остаточных фрагментов после ПНЛ, поиск путей улучшения качества лучевой визуализации, анализ существующих и разработка дополнительных КТ-параметров резидуальных конкрементов, изучение функционального состояния почек в периоперационном периоде может быть перспективным направлением в повышении эффективности лечения больных с МКБ.

Степень разработанности темы исследования

Несмотря на существующие современные алгоритмы ведения и лечения пациентов с МКБ, поиск оптимальных методов лучевой визуализации и изучение остаточных конкрементов ведутся до сих пор.

Основанием для работы послужили публикации отечественных и зарубежных авторов, посвященные возможностям КТ в планировании предстоящего лечения и послеоперационном мониторинге пациентов с МКБ (Л.Б. Капаназде, 2019; С.К. Терновой и соавт., 2021).

Имеются отдельные научные исследования, посвященные различным методикам

КТ-оценки структуры и состава конкремента в прогнозировании результатов лечения МКБ (В.И. Руденко, 2017; Л.Б. Капаназде и соавт., 2018; A. Gücük, U. Uyetürk, 2014). В то же время анализ стандартных КТ-параметров выявил их низкую достоверность, что обусловило необходимость разработки дополнительных КТ-критериев (Д.А. Бобылев, 2022).

Следует отметить, что до настоящего времени не проводилась оценка КТ-параметров резидуальных конкрементов почечной локализации после ПНЛ. Остается малоизученным влияние остаточных камней на функциональное состояние почечной паренхимы. Отсутствуют методы прогнозирования эффективности

литокинетической терапии, основанные на анализе КТ-параметров конкремента и функции почки.

Цель и задачи исследования

Цель исследования: повышение эффективности использования методов лучевой диагностики в прогнозировании результатов лечения резидуальных конкрементов почечной локализации после перкутанной нефролитотрипсии.

Задачи исследования:

1. Оценить функциональное состояние почечной паренхимы по результатам динамической ангионеврофросцинтиграфии и лабораторных методов исследования (β_2 -микроглобулина мочи) у больных с мочекаменной болезнью в периоперационном периоде при наличии и отсутствии резидуальных конкрементов почечной локализации после перкутанной нефролитотрипсии.

2. Изучить стандартные и дополнительные КТ-параметры резидуальных конкрементов почечной локализации после перкутанной нефролитотрипсии и определить их корреляцию с эффективностью консервативной терапии.

3. Разработать метод прогнозирования результатов консервативной терапии резидуальных конкрементов почечной локализации, основанный на наиболее информативных КТ-показателях и данных функционального состояния почечной паренхимы.

Научная новизна

По данным динамической ангионеврофросцинтиграфии и показателям β_2 -МГ установлено, что наличие резидуальных конкрементов в полостной системе почек сопровождается повреждением и нарушением функции почечной паренхимы.

Впервые для оценки вероятности успешного применения консервативной терапии резидуальных конкрементов после ПНЛ предложен новый, более информативный показатель «КТ-однородность» (Патент на изобретение RU 2730968 C1, заявл. 16.10.2019; опубл. 26.08.2020).

Впервые предложена и применена в клинической практике экспертно-консультативная таблица с учетом комплексной оценки показателя «КТ-однородность» резидуального конкремента и значений ЭПП прооперированной почки по данным динамической ангионеврофросцинтиграфии и уровня β_2 -МГ.

Предложенные экспертно-консультативные таблицы позволяют оценить вероятность успешных результатов литокинетической терапии резидуальных конкрементов после ПНЛ.

Теоретическая и практическая значимость работы

Описанный в исследовании метод прогнозирования результатов литокинетической терапии резидуальных конкрементов почечной локализации после ПНЛ, базирующийся на анализе КТ-структуры камней и состоянии почечной паренхимы, обладает высокой надежностью (81,4%) и может быть рекомендован для практического применения в урологии. Методика не требует расширения стандартизированной процедуры КТ, а также использования дополнительного программного обеспечения. Данный метод может быть реализован на любой модели современного компьютерного томографа, не требует сложных расчетов и дополнительного обучения персонала. Применение предложенной методики позволяет с высокой долей вероятности прогнозировать эффективность литокинетической терапии и служить основой персонифицированного подхода к выбору тактики лечения у пациентов с остаточными камнями после ПНЛ. Это предотвращает травматизацию почечной паренхимы в результате длительного нахождения в чашечно-лоханочной системе резидуального конкремента.

Методология и методы исследования

Для достижения поставленной цели и реализации намеченных задач определены методы научного исследования. Диссертационная работа представляет собой клиническое исследование, объектом которого явились 100 пациентов с коралловидным нефролитиазом K1–K3. Предметом исследования стали резидуальные конкременты, образующиеся после ПНЛ. Были отобраны 76 пациентов с послеоперационными резидуальными конкрементами, размерами от 4 до 8 мм. После завершения периода трехмесячного наблюдения, включавшего в себя КТ-исследования (на 7–10-е сутки и через 3 месяца после операции) и консервативного лечения, в зависимости от полученных результатов обследованные пациенты с резидуальными конкрементами были разделены на две группы.

Одновременно проводилось изучение функционального состояния почечной паренхимы в периоперационном периоде (до операции, на 7–10-е сутки и через 3

месяца после операции) методами лабораторной диагностики (определение сывороточного креатинина и β_2 -микроглобулинурии) и динамической ангионевросцинтиграфии с оценкой ЭПП. Для реализации данной цели была отобрана контрольная группа, состоявшая из 24 пациентов, у которых чашечно-лоханочная система почки была полностью освобождена от коралловидного конкремента после проведения одной процедуры ПНЛ.

На основе полученных данных были разработаны экспертно-консультативные таблицы с учетом комплексной оценки показателя «КТ-однородность» резидуального конкремента, значений ЭПП прооперированной почки по данным динамической ангионевросцинтиграфии и уровня β_2 -МГ, позволяющие оценить вероятность успешных результатов литокинетической терапии резидуальных конкрементов после ПНЛ.

Данные, полученные в ходе исследования, были систематизированы и внесены в сводную электронную таблицу при помощи программного обеспечения Microsoft Office Excel 2019. Материалы исследования прошли статистический анализ при помощи параметрических и непараметрических методов. Для проведения статистического анализа было использовано программное обеспечение StatsSoftStatistica 10.0.

Протокол проведения научного исследования был одобрен Локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского № 7 от 20.01.2026 г.

Положения, выносимые на защиту

1. По результатам динамической ангионевросцинтиграфии и данным β_2 -микроглобулинурии установлено, что наличие резидуального конкремента в полостной системе почки отрицательно влияет на функциональное состояние почечной паренхимы.

2. Дополнительные КТ-параметры резидуального конкремента в значительной степени коррелируют с результатами консервативной терапии после ПНЛ по сравнению со стандартными КТ-параметрами.

3. На основании проведенного исследования установлено, что величина параметра «КТ-однородность» резидуального конкремента, оценка функционального

состояния почечной паренхимы по данным динамической ангиофросцинтиграфии или уровня $\alpha\beta_2$ -МГ могут рассматриваться в качестве факторов прогнозирования успешной консервативной терапии у пациентов с резидуальными конкрементами.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационное исследование соответствует паспорту научной специальности 3.1.25. Лучевая диагностика, пунктам 1, 2, 3 и 8 направлений исследований, и паспорту научной специальности 3.1.13. Урология и андрология, пункту 1 направлений исследований.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность полученных результатов подтверждается достаточным объемом проанализированного материала по изучаемой теме, использованием методик, адекватных поставленным задачам, и применением современных методов анализа. Обоснованность научных выводов и положений подтверждается результатами проведенных исследований. Выводы объективно и полноценно отражают полученные результаты.

Основные результаты диссертационной работы доложены на: VI Всероссийской неделе науки с международным участием (г. Саратов, 4–7 апреля 2017); VII Всероссийской неделе науки с международным участием (г. Саратов, 3–6 апреля 2018); XVIII Конгрессе Российского общества урологов и Российско-Китайском Форуме по урологии (Екатеринбург, 8–10 ноября 2018); VIII Всероссийской неделе науки с международным участием, посвященной 110-летию Саратовского ГМУ им. В.И. Разумовского (г. Саратов, 2–5 апреля 2019); I Международном научно-практическом форуме «Волжские берега: инновационные технологии в медицине, биологии и ветеринарии» (г. Саратов, 20–22 февраля 2024); заседании ДОК «АСПЕКТ» совместно с региональным отделением Российского общества урологов по Саратовской области (г. Саратов, 16 марта 2024); форуме Российского общества урологов «Научные аспекты урологической практики» (г. Саратов, 19 октября 2024); Научно-практической конференции «Саратовские мелодии лучевой диагностики» (г. Саратов, 21–22 апреля 2025); IX научно-практической онлайн-конференции с международным участием «Лучевая диагностика-2025. Конкурс молодых ученых» (г. Смоленск, 19 сентября 2025); Российской научно-практической

междисциплинарной конференции «Урология РЖД – союз науки и практики» (Саратов, 23 января 2026).

Апробация диссертационной работы проведена на заседании научной проблемной комиссии по урологии ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России (протокол № 2 от 25 марта 2026 года).

Внедрение результатов исследования в практику

Полученные результаты исследования и основные положения диссертационной работы внедрены в практическую деятельность отделения лучевой диагностики и лучевой терапии и консультативно-диагностического урологического отделения Университетской клинической больницы № 1 имени С.Р. Миротворцева ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России.

Материалы исследования используются в учебном процессе на кафедре лучевой диагностики им. профессора Н.Е. Штерна и кафедре урологии ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России.

Личный вклад автора

Все данные, использованные в настоящей работе, самостоятельно получены автором в отделении лучевой диагностики и лучевой терапии Университетской клинической больницы №1 имени С.Р. Миротворцева ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России. Автор принимал участие в планировании и проведении КТ-исследований всех 100 больных нефролитиазом, а также в оценке результатов других лучевых, клинико-лабораторных исследований и хирургического лечения методом ПНЛ. Автором систематизированы, обработаны и проанализированы все полученные в диссертации статистические данные, определена диагностическая точность всех исследованных параметров. В ходе выполнения работы автором выявлены дополнительные КТ-предикторы эффективности литокинетической терапии резидуальных конкрементов. Разработан метод прогнозирования эффективной литокинетической терапии резидуальных конкрементов, базирующийся на анализе КТ-структуры камней, состоянии почечной паренхимы.

Публикации по теме диссертации

По результатам исследования автором опубликовано 9 печатных работ, в том числе 3 статьи в изданиях, индексируемых в международных базах Web of Science, Scopus, PubMed, MathSciNet, zbMATH, Chemical Abstracts, Springer; 2 иные публикации; 2 публикации в сборниках материалов международных и всероссийских научных конференций; 2 патента на изобретение.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 123 страницах компьютерного текста, состоит из введения, обзора литературы, главы клинического материала и методов исследования, 3 глав результатов собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, включающего 167 источников (62 отечественных и 105 иностранных). Иллюстративный материал представлен 26 таблицами и 43 рисунками.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

В настоящей работе проведен анализ результатов лечения 100 больных с подтвержденным диагнозом Коралловидный нефролитиаз K1–K3, которым была проведена ПНЛ из одного доступа в период с 2016 по 2021 гг. в условиях отделения урологии Университетской клинической больницы №1 имени С.Р. Миротворцева ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России. Всем пациентам была выполнена ПНЛ.

Критериями включения в исследование являлись: возраст пациентов старше 18 лет; наличие диагностированного в предоперационном периоде коралловидного нефролитиаза

K1–K3 с исходным размером коралловидного камня ≥ 2 см; применение не более одной процедуры ПНЛ; наличие информированного добровольного согласия на участие в исследовании.

Критериями исключения считали: пациентов с единственной почкой; исходный максимальный размер коралловидного камня менее 2 см; наличие тяжелой соматической патологии (онкологические заболевания, сахарный диабет, морбидное ожирение, артериальная гипертензия 3 ст.); наличие анатомических особенностей и

аномалий мочевых путей; наличие выраженных ретенционных изменений – пиелоэктазии и гидрокаликоза; резидуальные конкременты внепочечной локализации.

Все оперированные больные с коралловидным нефролитиазом К1–К3 в период госпитализации получали комплексное обследование и лечение в соответствии со стандартом оказания специализированной (в том числе высокотехнологичной) медицинской помощи (Приказ Минздравсоцразвития России от 30 ноября 2005 г. №704 «Об утверждении стандарта медицинской помощи больным с камнями почки») пациентам с камнями почки, включая предоперационную КТ.

В раннем послеоперационном периоде всем обследованным пациентам производилось УЗИ полостной системы почек. При выявлении резидуальных конкрементов с целью оценки их КТ-характеристик на 7–10-е сутки и через 3 месяца после операции выполнялось КТ-исследование. Каждый остаточный фрагмент коралловидного камня изучался отдельно.

В зависимости от результатов лечения пациенты были разделены на три группы. **Основную группу** составили 36 больных с резидуальными конкрементами чашечно-лоханочной системы, выявляемыми как на 7–10-е сутки, так и через 3 месяца после операции. В **группу сравнения** вошли 40 пациентов с остаточными камнями, у которых по данным КТ-мониторинга через 3 месяца после операции было достигнуто полное освобождение полостной системы почки. В **контрольной группе** было 24 пациента с отсутствием резидуальных конкрементов после проведения процедуры ПНЛ.

Клиническая характеристика обследованных пациентов представлена в Таблице 1.

Таблица 1 – Клиническая характеристика обследованных пациентов

Показатель	Основная группа n=36	Группа сравнения n=40	Контрольная группа n=24
Пол (м/ж)	25 (69,4%) / 11 (30,6%)	27 (67,5%) / 13 (32,5%)	16 (66,7%) / 8 (33,3%)
Возраст (лет)	60,3±9,6	54,3±10,3	59,2±5,8
Анамнез заболевания > 5 лет	29 (80,5%)	25 (62,5%)	13 (54,2%)

Пациенты во всех группах были сопоставимы по возрасту и полу, более половины из них имели течение мочекаменной болезни более пяти лет.

Показатели плотности резидуальных конкрементов у пациентов обследованных групп по данным КТ представлены в Таблице 2.

Таблица 2 – Показатели КТ-плотности резидуальных конкрементов у пациентов обследованных групп

Диапазон средней плотности конкремента	Группа пациентов			
	Основная		Сравнения	
	п	%	п	%
< 300 HU	7	11,86	6	8,96
301–500 HU	29	49,15	30	44,78
500–800 HU	18	30,51	27	40,3
> 800 HU	5	8,48	4	5,96
Примечание: HU – Hounsfield units (единицы Хаунсфилда)				

Физико-химический состав резидуальных камней по данным поляризационной микроскопии в основной группе был следующим: кальция оксалат моногидрат – 11,86%, кальция оксалат дигидрат – 16,95%, магния-аммония фосфат – 55,93%, мочева кислота – 10,17%, дигидрат мочевои кислоты – 5,09%; в группе сравнения 13,43%; 16,42%; 59,7%; 2,99 % и 7,46% соответственно.

Медиана максимального размера фрагмента конкремента в основной группе составила $6,45 \pm 0,8$ мм, в группе сравнения – $5,89 \pm 0,78$ мм ($p > 0,05$).

При бессимптомном течении заболевания в амбулаторных условиях пациентам назначалась выжидательная тактика с применением литокинетических препаратов, антибиотиков широкого спектра действия, противовоспалительных средств и уроантисептиков в среднем на 3 месяца.

КТ выполняли на аппарате Canon Aquilion Prime SP 160 (Canon Medical Systems Corporation, Япония). С целью изучения функционального состояния почек в периоперационном периоде выполнялась динамическая ангиофросцинтиграфия с оценкой ЭПП на однофотонном эмиссионном компьютерном томографе Philips BrightView (Royal Philips, Нидерланды), определялись значения сывороточного креатинина и $\text{u}\beta_2\text{-MG}$ методом иммуноферментного анализа. Поляризационная микроскопия выполнялась на поляризационном микроскопе MC 300 POL (MICROS,

Австрия). Статистическая обработка полученных данных производилась с использованием программ Microsoft Excel и StatsSoftStatistica 10.0.

Результаты исследования

На первом этапе исследования изучалось функциональное состояние почечной паренхимы всем обследованным пациентам ($n=100$) в периоперационном периоде. Проводилось определение уровней сывороточного креатинина и $u\beta_2$ -МГ. Было установлено, что статистически значимого изменения показателей сывороточного креатинина в анализируемых группах обнаружено не было ($p > 0,05$).

Оценка величины $u\beta_2$ -МГ до операции показала отсутствие статистически значимых различий (Рисунок 1). Наибольшие уровни экспрессии $u\beta_2$ -МГ зарегистрированы в раннем послеоперационном периоде у пациентов основной группы ($163,74 \pm 38,34$ нг/мл), что было в 1,69 раза выше, чем в группе сравнения ($97 \pm 19,3$ нг/мл) и в 3,8 раза выше, чем в контрольной группе ($42,78 \pm 8,56$ нг/мл) ($p < 0,05$). Через 3 месяца после операции наблюдалось снижение медианы значений $u\beta_2$ -МГ во всех группах, при этом в основной группе данный показатель оставался в 1,9 раза выше дооперационных значений и был равен $112,4 \pm 33,12$ нг/мл; в группе сравнения приближался к исходным показателям ($51,12 \pm 19,21$ нг/мл) и в группе контроля был в 2,5 раза ниже дооперационных значений ($18,68 \pm 5,55$ нг/мл) ($p < 0,05$).

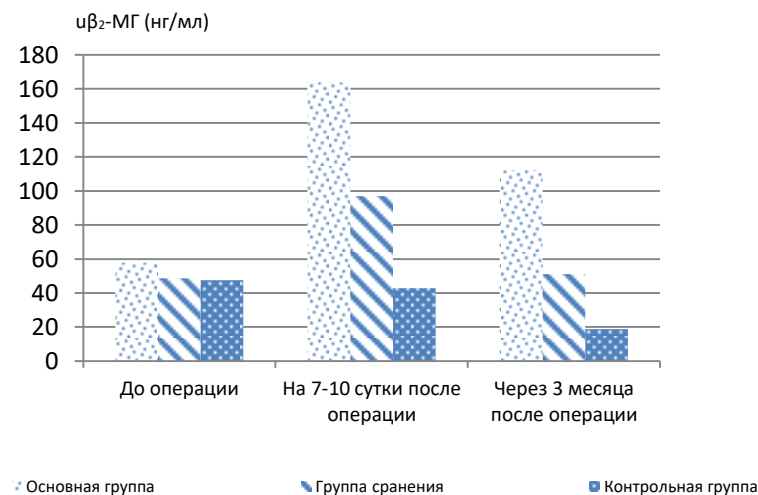


Рисунок 1 – Динамика уровня $u\beta_2$ -МГ в периоперационном периоде у пациентов исследуемых групп

Динамическая ангионеврофосцинтиграфия с отдельным определением ЭПП в обеих почках до оперативного лечения показала, что значения ЭПП в почке с нефролитиазом в основной группе были ниже на 48,87%, в группе сравнения – на 35,22%, в группе контроля – на 36,17% по сравнению с показателями в контрлатеральной почке без конкрементов (Рисунок 2).

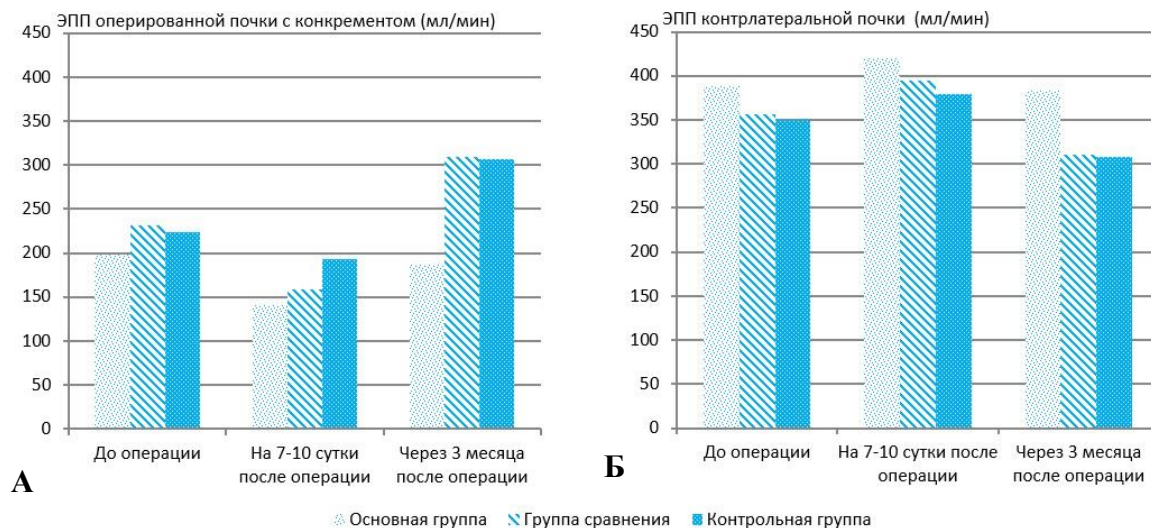


Рисунок 2 – Динамика показателей ЭПП в оперированной почке (А), в контрлатеральной почке (Б) в периоперационном периоде

В раннем послеоперационном периоде наиболее выраженные изменения ЭПП ($141,11 \pm 11,44$ мл/мин) выявлены в оперированной почке у пациентов основной группы. В группе сравнения и контрольной группе показатель ЭПП в оперированной почке составил $159,2 \pm 30,9$ мл/мин и $193,29 \pm 19,67$ мл/мин соответственно ($p < 0,05$).

Через три месяца после операции значения ЭПП в прооперированной почке при наличии резидуальных конкрементов (основная группа) были на 51,44% ниже, чем в контрлатеральной. У пациентов группы сравнения, при элиминации конкрементов на фоне проводимой терапии, показатели ЭПП в обеих почках не имели статистически значимых различий с группой контроля ($p < 0,05$).

Для выявления взаимосвязи между уровнями $\text{u}\beta_2\text{-МГ}$ и величиной ЭПП оперированной почки был выполнен парный корреляционный анализ, который подтвердил наличие четкой зависимости между повышением уровня $\text{u}\beta_2\text{-МГ}$, как специфического биохимического маркера тубулоинтерстициального повреждения

почки после ПНЛ, и объективным снижением ЭПП оперированной почки. Перед операцией установлена заметная взаимосвязь ($r = 0,54$); в раннем послеоперационном периоде – весьма высокая ($r = 0,93$) и через 3 месяца после операции – высокая ($r = 0,86$) ($p < 0,05$). Наряду с простотой выполнения методика иммуноферментного анализа определения α_2 -МГ продемонстрировала сопоставимый уровень чувствительности и специфичности ($AUC = 0,83 \pm 0,011$) с ЭПП оперированной почки.

Результаты исследования показали, что нарушения функции почки после ПНЛ в значительной мере ассоциированы с наличием резидуальных камней в полостной системе почки.

На втором этапе исследования проведено изучение стандартных показателей (локализация, форма, размер и плотность) резидуального конкремента по данным КТ.

Остаточные камни у пациентов основной группы и группы сравнения на 7–10-е сутки чаще локализовались в нижней группе чашечек (44,0% и 50,8% соответственно). Согласно полученным данным, распределение резидуальных конкрементов по чашечно-лоханочной систем почки после ПНЛ является случайным, а разница в количестве остаточных камней при идентичной локализации в исследуемых группах находится на уровне статистической погрешности.

Встречаемость округлых и полигональных форм в анализируемых группах находились на уровне статистической погрешности, что послужило основанием исключить возможность использование данных показателей в качестве критериев успешности консервативной терапии.

Величины медиан максимального размера остаточного конкремента в исследуемых группах (основная группа – $6,45 \pm 0,8$ мм, группа сравнения – $5,89 \pm 0,78$ мм), показателей медиан средней плотности резидуальных камней (основная группа – $423,34 \pm 208,07$ HU, группа сравнения – $431,69 \pm 172,84$ HU) не имели статистически значимых различий ($p > 0,1$).

Проведенное исследование показало отсутствие тесной корреляционной зависимости между успешными результатами литокинетической терапии и стандартными КТ-параметрами резидуальных конкрементов (плотностью $r = 0,43$,

максимальным размером $r = 0,41$), что потребовало поиска более информативных критериев.

В рамках исследования были изучены дополнительные КТ-параметры резидуальных конкрементов, не входящие в стандартный протокол исследования, такие как средняя площадь камня, средняя плотность и средняя площадь «ядра», показатель «КТ-однородность». За условное «ядро» остаточного нефролита была принята зона наибольшей плотности, которая измерялась таким образом, чтобы значение среднего квадратичного отклонения от среднего в этой зоне не превышало 50 ± 5 HU, что свидетельствовало о высокой однородности данного участка. Показатель «КТ-однородность» конкремента вычислялся как соотношение средней площади участка высокой однородности к средней площади конкремента в процентах (Рисунок 3).

Согласно полученным данным, значение медианы средней плотности «ядра» резидуальных конкрементов не имело статистически значимых различий ($p > 0,1$) и составило в основной группе $624,15 \pm 235,82$ HU, в группе сравнения – $560,5 \pm 339,98$ HU.

В то же время медиана средней площади резидуального конкремента имела статистически значимые различия ($p \leq 0,05$) и составила у пациентов основной группы $56,35 \pm 12,94$ мм², что на 23% больше, чем у пациентов группы сравнения ($45,73 \pm 13,58$ мм²).

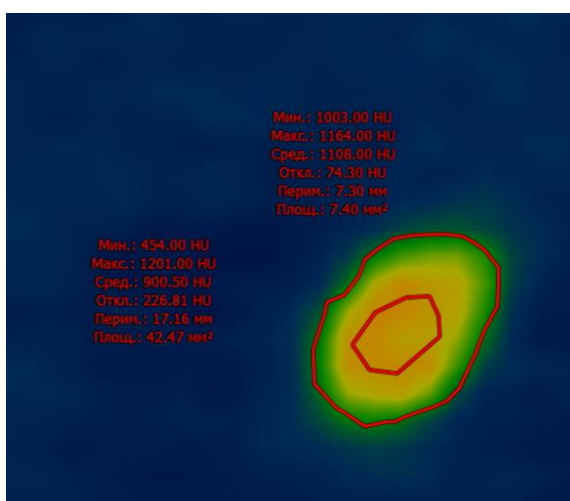


Рисунок 3 – Изучение дополнительных КТ-параметров резидуального конкремента почечной локализации после ПНЛ

Наиболее показательным с точки зрения достоверности различий была площадь «ядра» резидуального конкремента ($p \leq 0,05$). Согласно полученным данным, значения медианы средней площади «ядра» в группе сравнения были на 36,42% больше, чем в основной группе, и составили $4,53 \pm 1,54 \text{ мм}^2$ и $2,88 \pm 0,92 \text{ мм}^2$ соответственно (Рисунок 4).

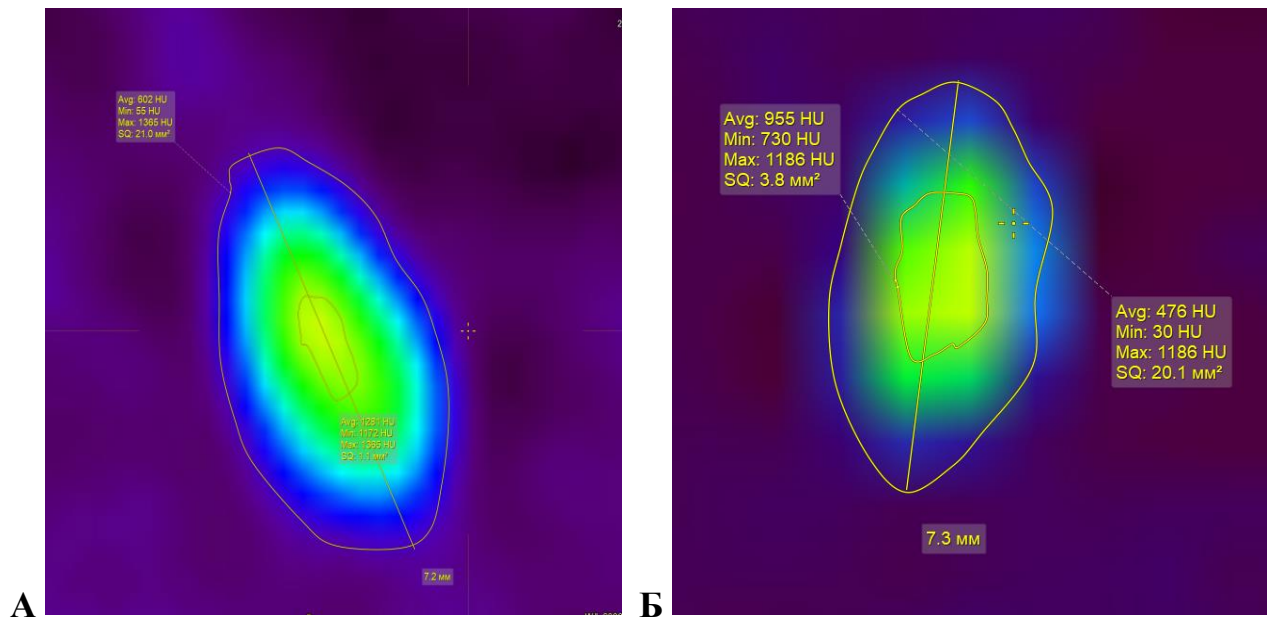


Рисунок 4 – КТ забрюшинного пространства, костное окно плотности, режим спектр. Измерение размера, плотности и площади резидуального конкремента и его «ядра» у пациентов: А – основной группы; Б – группы сравнения

При анализе величины коэффициента «КТ-однородность» медиана показателя в группе сравнения ($10,15 \pm 2,2\%$) была в 1,89 раза выше, чем в основной группе ($5,37 \pm 1,17\%$) ($p \leq 0,05$).

По результатам корреляционного анализа (Таблица 3) показатель «КТ-однородность» резидуального камня имел наиболее сильную значительную корреляционную связь ($r = -0,62$, $p < 0,05$), ассоциирующуюся с эффективностью консервативной терапии. Данные ROC-анализа позволили установить высокую информативность показателя «КТ-однородность» в оценке вероятности полной элиминации камня ($AUC = 0,86 \pm 0,037$).

Таблица 3 – Взаимосвязь КТ-параметров резидуальных конкрементов с частотой их полной элиминации (непараметрическая корреляция Спирмена) ($p < 0,05$)

КТ-параметры	Название КТ-параметра	Spearman (r)
Стандартные	Средняя плотность резидуального конкремента	0,43
	Максимальный размер резидуального конкремента	0,41
Дополнительные	Средняя плотность «ядра» резидуального конкремента	0,49
	Средняя площадь резидуального конкремента	0,42
	Средняя площадь «ядра» резидуального конкремента	-0,35
	Показатель «КТ-однородность»	-0,62

Таким образом, учитывая полученные данные, показатель «КТ-однородность» резидуальных камней может быть использован в качестве предиктора прогнозирования результатов успешного проведения литокинетической терапии.

Проведенная статистическая обработка данных позволила предположить, что высокая вероятность успешного медикаментозного воздействия на остаточные конкременты после ПНЛ коррелирует с параметром «КТ-однородность» резидуальных конкрементов с уровнем специфичности в 85%, при его значениях $\geq 7,3\%$.

При разработке экспертной системы (для прогнозирования полной элиминации резидуальных камней после ПНЛ) решающее значение имеет выбор информативных, наиболее значимых показателей. Наибольшую значимость для решения указанной задачи имеет показатель «КТ-однородность» оставшегося после ПНЛ конкремента. Установлено, что вероятность успешной элиминации в значительной мере ассоциирована с повреждением почечной ткани после ПНЛ по данным ангиофросцинтиграфии с оценкой ЭПП прооперированной почки и уровнем $\text{u}\beta_2\text{-МГ}$.

С помощью теоремы Байеса результаты исследования были обработаны и отражены в экспертно-консультативной таблице для оценки вероятности успешной элиминации резидуальных камней под действием консервативной терапии при комплексной оценке показателя «КТ-однородность» резидуального конкремента и значений ЭПП прооперированной почки по данным динамической ангиофросцинтиграфии (Таблица 4).

Показатель «КТ-однородность» (%)	< 2							
	2–4							
	4–6							
	6–8							
	8–10							
	10–12							
	> 12							
		> 190	180– 190	170– 180	160– 170	150– 160	140– 150	< 140
	Показатель ЭПП в прооперированной почке (мл/мин)							

Примечание: Черным цветом отмечены ячейки с вероятностью > 0,6; серым цветом – с вероятностью 0,4–0,6; белым цветом – с вероятностью < 0,4

При использовании в качестве прогностических критериев «показателя «КТ-однородность» резидуального конкремента» и значения $\text{u}\beta_2\text{-МГ}$ надежность метода составила 71,1%.

Показатель «КТ-однородность» (%)	< 2							
	2–4							
	4–6							
	6–8							
	8–10							
	10–12							
	> 12							
		< 25	25–50	50–75	75–100	100–125	125–150	> 150
	Показатель uβ ₂ -МГ (нг/мл)							

Примечание: Черным цветом отмечены ячейки с вероятностью > 0,6; серым цветом – с вероятностью 0,4–0,6; белым цветом – с вероятностью < 0,4

При показателе «КТ-однородность» менее 4% и значении ЭПП прооперированной почки менее 140 мл/мин и (или) уровне $\alpha\beta_2$ -МГ более 150 нг/мл, целесообразно рассмотреть вопрос об альтернативных методах лечения, так как при консервативной терапии вероятность элиминации резидуального камня низкая.

Результат успешной элиминации резидуальных камней в процессе медикаментозного лечения в значительной мере определяется готовностью пациента строго выполнять рекомендации по приему лекарственных средств в определенное время, соблюдения диеты, режима труда и отдыха. В связи с указанным, с помощью Опросника количественной оценки приверженности лечению была произведена оценка приверженности к лечению всех пациентов с резидуальными конкрементами. Анализ полученных данных показал, что средний уровень приверженности к лечению практически не влияет на результаты медикаментозной терапии. При высокой приверженности пациента к лечению вероятность элиминации резидуальных камней под действием консервативной терапии возрастает на 11,9%.

ВЫВОДЫ

1. Нарушение функции почки после перкутанной нефролитотрипсии по данным динамической ангиофросцинтиграфии с оценкой эффективного почечного плазмотока и уровня β_2 микроглобулина мочи в значительной мере ассоциировано с наличием резидуальных конкрементов в ее полостной системе (эффективный почечный плазмоток оперированной почки $186,07 \pm 35,8$ мл/мин и уровень β_2 микроглобулина мочи $112,4 \pm 33,1$ нг/мл), чем при их элиминации ($309,8 \pm 39,07$ мл/мин и $51,12 \pm 19,21$ нг/мл, соответственно).

2. Установлена корреляционная взаимосвязь показателей эффективного почечного плазмотока по данным динамической ангиофросцинтиграфии прооперированной почки и уровня β_2 микроглобулина мочи: заметная взаимосвязь ($r = 0,54$) – перед операцией; весьма высокая ($r = 0,93$) – в раннем послеоперационном периоде; и высокая ($r = 0,86$) – через 3 месяца после операции ($p < 0,05$).

3. Стандартные КТ-параметры резидуальных конкрементов имели умеренную корреляционную связь с результатами успешной литокинетической терапии (средняя плотность $r = 0,43$, максимальный размер конкремента $r = 0,41$; $p < 0,05$).

4. Максимальной информативностью обладает дополнительный показатель «КТ-однородность» резидуального конкремента ($AUC = 0,86 \pm 0,037$), имеющий значительную корреляционную связь ($r = -0,62$, $p < 0,05$) с эффективностью литокинетической терапии после перкутанной нефролитотрипсии.

5. Созданная экспертно-консультативная таблица при использовании в качестве прогностических критериев показателей «КТ-однородность» резидуального конкремента и эффективный почечный плазмоток оперированной почки позволяет оценивать вероятность успешности результатов литокинетической терапии с надежностью 81,4%, а при применении показателя значение β_2 -микроглобулин мочи – 71,1%.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Рекомендуется проводить КТ-мониторинг наличия резидуальных конкрементов

на 7–10-е сутки и через 3 месяца после перкутанной нефролитотрипсии.

2. Оценка эффективного почечного плазмотока оперированной почки по данным динамической ангиофросцинтиграфии или уровня β_2 микроглобулина мочи целесообразна на 7–10-е сутки и через 3 месяца после перкутанной нефролитотрипсии для изучения функционального состояния почечной паренхимы.

3. При выявлении резидуального конкремента рекомендуется определить дополнительный параметр «КТ-однородность». Дополнительные КТ-критерии оценки физических свойств конкрементов почек не требуют специального оборудования и внесения изменений в стандартный протокол лучевой визуализации.

4. Применение разработанной экспертно-консультативной таблицы, основанной на анализе показателя «КТ-однородность» и функционального состояния почечной паренхимы, позволяет прогнозировать результаты консервативной терапии резидуальных конкрементов после перкутанной нефролитотрипсии.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Чехонацкая, М.Л. Нефросцинтиграфия в оценке функционального состояния почечной паренхимы при оперативном лечении коралловидного нефролитиаза / М.Л. Чехонацкая, А.Н. Россоловский, **И.А. Крючков**, В.Н. Николенко, Д.А. Бобылев, М.Г. Великанова, О.А. Кондратьева, И.А. Чехонацкий // **Российский электронный журнал лучевой диагностики**. – 2019. – Т. 9. – № 3. – С. 134–142. doi: 10.21569/2222-7415-2019-9-3-134-142. [Scopus]

2. **Крючков, И.А.** Одноэнергетическая мультиспиральная компьютерная томография в оценке состояния резидуального конкремента почек у больных мочекаменной болезнью после перкутанной нефролитотрипсии / **И.А. Крючков**, М.Л. Чехонацкая, А.Н. Россоловский, В.Н. Николенко, Д.А. Бобылев, И.А. Чехонацкий, И.Н. Чаиркин // **Российский электронный журнал лучевой диагностики**. – 2020. – Т. 10. – № 3. – С. 102–107. doi: 10.21569/2222-7415-2020-10-3-102-107. [Scopus]

3. **Патент на изобретение № 2730968**, Российская Федерация, С1, МПК А61В 17/22; А61В 17/225. Способ прогнозирования результатов консервативной терапии резидуальных конкрементов почек, образовавшихся после проведения перкутанной нефролитотрипсии коралловидных конкрементов К1-К3 / **И.А. Крючков**, М.Л. Чехонацкая, А.Н. Россоловский, Д.А. Бобылев, О.А. Кондратьева, И.А. Чехонацкий, Д.А. Кондратьева. Патентообладатель: Крючков Илья Андреевич. – 2019132784, заявл. 16.10.2019; **опубл. 26.08.2020, Бюл. № 24.**

4. **Патент на изобретение № 2737335**, Российская Федерация, С2, МПК А61В 8/15. Способ прогнозирования результатов дистанционной ударно-волновой литотрипсии / Д.А. Бобылев, М.Л. Чехонацкая, А.Н. Россоловский, В.М. Попков, О.В. Основин, **И.А. Крючков**, И.А. Чехонацкий. Патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – 2018120948, заявл. 07.06.2018; **опубл. 27.11.2020, Бюл. № 33.**

5. Россоловский, А.Н. КТ-мониторинг в прогнозировании эффективности лечения резидуальных конкрементов после пункционной нефролитотрипсии / А.Н. Россоловский, **И.А. Крючков**, М.Л. Чехонацкая, В.Н. Николенко, Д.А. Бобылев, О.А. Кондратьева, К.А. Россоловская, И.А. Чехонацкий // **Российский электронный журнал лучевой диагностики**. – 2021. – Т. 11. – № 2. – С. 199–208. doi: 10.21569/2222-7415-2021-11-2-199-208. [Scopus]

6. Россоловский, А.Н. Современные представления об этиологии мочекаменной болезни / А.Н. Россоловский, Д.А. Кондратьева, **И.А. Крючков**, М.Л. Чехонацкая // Медицинский вестник Башкортостана. – 2024. – Т. 19. – № 3 (111). – С. 86–92.

7. Россоловский, А.Н. Возможности МСКТ в оценке новых структурных параметров конкремента у пациентов с нефролитиазом / А.Н. Россоловский, М.Л. Чехонацкая, Д.А. Бобылев, О.В. Основин, **И.А. Крючков** // Вековые традиции – современные технологии. Межрегиональная научно-практическая конференция, посвящённая 145-летию ГУЗ «Саратовской городской клинической больницы № 1 им. Ю.Я. Гордеева». – Саратов, 2024. – С. 133–134.

8. **Крючков, И.А.** Применение компьютерной томографии в прогнозировании эффективности консервативного лечения резидуальных конкрементов у больных коралловидным нефролитиазом / **И.А. Крючков**, М.Л. Чехонацкая, А.Н. Россоловский, Д.А. Бобылев, Д.А. Кондратьева // Волжские берега: современные технологии в медицине, биологии и ветеринарии. Сборник материалов I Международного научно-практического форума. – Саратов, 2024. – С. 46–47.

9. Варюхина, Д.А. Значение мультиспиральной компьютерной томографии в оценке анатомических параметров чашечно-лоханочного комплекса почки при малоинвазивных методах лечения нефролитиаза / Д.А. Варюхина, **И.А. Крючков**, М.Л. Чехонацкая, А.Н. Россоловский, Д.А. Бобылев, Г.Т. Маркосян, В.Н. Николенко // Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2025. – Т. 15. – № 2. – С. 85–96. doi: 10.21569/2222-7415-2025-15-2-85-96.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

КТ – компьютерная томография

МКБ – мочекаменная болезнь

ПНЛ – перкутанная нефролитотрипсия

УЗИ – ультразвуковое исследование

ЭПП – эффективный почечный плазмоток

HU – Hounsfield units (единицы Хаунсфилда)

α_2 -МГ – β_2 микроглобулин мочи