



Прогностические факторы эффективности трансуретральной контактной пиелокаликототрипсии при камнях высокой плотности

А.И. Турсунов, Т.Х. Назаров

ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России. Россия, 191015, г. Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41

Контакты: Тоирхон Хакназарович Назаров, tair-nazarov@yandex.ru

Цель. Оценить влияние плотности конкремента, анатомических особенностей чашечно-лоханочной системы, локализации камня, типа энергии и усовершенствованных методик трансуретральной контактной пиелокаликототрипсии (ТУКПКЛТ) на эффективность и безопасность вмешательства при высокоплотных конкрементах почек.

Материалы и методы. В ретроспективно-проспективное исследование включены 260 пациентов, которым в 2014–2025 гг. выполнялась ТУКПКЛТ по поводу одиночных конкрементов ЧЛС плотностью ≥ 1100 HU и размером 0,8–2,0 см. Пациенты распределены на подгруппы по типу энергии (ультразвуковая/лазерная) и технике вмешательства (традиционная/усовершенствованная, запатентованные методики). Оценивали SFR, длительность операции, миграцию фрагментов, повреждения ЧЛС, осложнения (Clavien – Dindo), уровни ИЛ-18 и NGAL. Проводили многофакторную логистическую регрессию и ROC-анализ.

Результаты. Увеличение плотности камня свыше 1300 HU, размер > 15 мм, локализация в нижней чашечке, ИП-угол $< 45^\circ$ и удлинённая шейка чашечки ассоциировались со снижением SFR (до 48–55%) и ростом частоты осложнений. Усовершенствованные методики ТУКПКЛТ обеспечили достоверное повышение SFR (до 92% против 63% при традиционной ультразвуковой технике) и уменьшение миграции фрагментов и интраоперационных повреждений. В многофакторной модели независимыми предикторами эффективности стали плотность > 1300 HU, размер > 15 мм, нижняя чашечка, инфундибуло-пиелональный угол (ИП-угол) $< 45^\circ$ и тип энергии.

Заключение. Сочетание предоперационных факторов и используемой энергии определяет исход ТУКПКЛТ при плотных конкрементах. Внедрение усовершенствованных запатентованных методик позволяет значительно увеличить частоту достижения SFR, снизить риск осложнений и реализовать индивидуализированный подход к выбору тактики лечения.

Ключевые слова: мочекаменная болезнь, плотные конкременты, трансуретральная контактная пиелокаликототрипсия, гибкая уретероскопия, лазерная литотрипсия, HU, SFR, осложнения, Clavien – Dindo.



Prognostic factors of the effectiveness of transurethral contact pyelocalicolithotripsy for high-density renal calculi

A.I. Tursunov, T.Kh. Nazarov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov" of the Ministry of Health of the Russian Federation. 41 Kirochnaya St., Saint Petersburg, 191015, Russia

Contacts: Nazarov Toirkhon Khaknazarovich, tair-nazarov@yandex.ru

Objectiv. To evaluate the influence of stone density, anatomical features of the pelvicalyceal system, stone localization, energy type, and the original enhanced transurethral contact pyelocalicolithotripsy (TUCPCLT) techniques on the effectiveness and safety of the procedure in patients with high-density renal calculi.

Materials and Methods. A retrospective-prospective study included 260 patients who underwent TUCPCLT in 2014–2025 for solitary renal calculi with a density ≥ 1100 HU and a size of 0.8–2.0 cm. Patients were divided into subgroups according to the type of energy (ultrasound/laser) and the technique of intervention (traditional/improved, patented techniques). SFR, operative time, fragment migration, PCS injuries, complications (Clavien – Dindo), and levels of IL-18 and NGAL were assessed. Multivariate logistic regression and ROC analysis were performed.

Results. Increasing stone density above 1300 HU, size > 15 mm, lower calyx localization, infundibulopelvic angle $< 45^\circ$, and elongated calyceal neck were associated with reduced SFR (down to 48–55%) and a higher complication rate. The improved TUCPCLT techniques provided a significant increase in SFR (up to 92% versus 63% with traditional ultrasound technique) and reduced fragment migration and intraoperative injuries. In the multivariate model, independent predictors of effectiveness included density > 1300 HU, size > 15 mm, lower calyx, infundibulopelvic angle $< 45^\circ$, and energy type.

Conclusion. The combination of preoperative factors and the selected energy modality determines the outcome of TUCPCLT for dense calculi. Implementation of advanced patented techniques significantly increases the SFR rate, reduces the risk of complications, and enables an individualized approach to the selection of optimal treatment strategies.

Keywords:rolithiasis, dense calculi, transurethral contact pyelocalicolithotripsy, flexible ureteroscopy, laser lithotripsy, HU, SFR, complications, Clavien – Dindo.

Введение

Мочекаменная болезнь (МКБ) является одной из наиболее распространенных урологических патологий с заболеваемостью, варьирующей от 1 до 20% в разных популяциях, при этом частота встречаемости увеличивается в последние десятилетия под влиянием изменения образа жизни, метаболических и климатических факторов. Заболеваемость традиционно выше среди мужчин, однако в последние годы показатели среди женщин также демонстрируют тенденцию к росту, что отражает общую динамику эпидемиологии МКБ в развитых странах [1, 15, 16].

Разнообразие клинических проявлений МКБ и широкий спектр доступных методов лечения предъявляют высокие требования к выбору тактики ведения пациентов. Современные подходы к терапии включают консервативное ведение, дистанционную ударно-волновую литотрипсию (ДУЛ), эндоскопические методы – ретроградную интравенальную хирургию (RIRS) и трансуретральную контактную литотрипсию, а также чрескожные вмешательства (ПНЛ). Выбор

оптимального метода определяется такими параметрами, как размер, локализация и состав конкремента, анатомия чашечно-лоханочной системы (ЧЛС), сопутствующие заболевания и технические возможности учреждения [2, 4, 9].

Одним из наиболее значимых параметров, влияющих на исход лечения, является плотность камня, измеряемая в Hounsfield Units (HU) при неконтрастированной мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ). Высокие значения HU ассоциируются с плотной минерализацией, сложным фрагментированием и повышенной резистентностью к стандартным методам дробления, включая дистанционную литотрипсию и контактные подходы. Показано, что конкременты с $HU \geq 1000$ –1200 демонстрируют сниженный показатель stone-free rate (SFR) после ДУЛ и других методов, что отражает их повышенную устойчивость к механическому и акустическому воздействию [13, 17].

Эндоскопические вмешательства, включая ретроградную интравенальную хирургию и транс-



уретральную контактную литотрипсию, в последние годы стали методами выбора при лечении камней среднего и большого размера, особенно тех, которые не поддаются эффективному разрушению при ДУЛ. Рутинное использование гибких уретерореноскопов и высокомошных лазерных источников энергии повышает успешность лечения, однако устойчиво высоким остается влияние предоперационных факторов на исходы. Увеличенные размеры конкремента, высокая плотность НУ, локализация в нижней чашечке, узкие и длинные инфундибулы, а также острый инфундибуло-пиелональный угол — все эти параметры продемонстрировали отрицательное влияние на SFR и повышенную вероятность осложнений [3, 7, 11].

Важность предиктивных моделей для оценки вероятности успешного исхода эндоскопического лечения привлекает все больше внимания исследователей. Многочисленные шкалы сложности, такие как STONE, S.T.O.N.E. и HLPES, были предложены для стандартизированной оценки риска неудачи вмешательства; однако их применение ограничено вариабельностью параметров и неоднородностью включенных данных. В частности, системы, учитывающие мультипланарные измерения камней, объем, плотность НУ и анатомические особенности ЧЛС, показали лучшие прогностические свойства по сравнению с однопараметрическими моделями [12].

Кроме традиционных клинических параметров, современные работы уделяют внимание новым методам прогнозирования исходов, включая машинное обучение (ML). Международный регистр FLEXOR, включающий более 6500 пациентов с камнями различных локализаций и размеров, продемонстрировал, что ML-алгоритмы способны эффективно предсказывать осложнения и исходы литотрипсии, включая травмы чашечно-лоханочной системы и остаточные фрагменты с высоким уровнем точности. Эти данные подтверждают потенциал интеграции искусственного интеллекта в клинические предоперационные модели [14].

Локализация камня также оказывает значительное влияние на эффективность эндоскопических подходов. Камни нижних чашечек традиционно считаются наиболее трудными для удаления с помощью гибкой уретерореноскопии и контактной литотрипсии из-за неудобного угла инфундибулума, длинной или узкой шейки чашечки и затрудненного оттока фрагментов, что повышает риск ретенции осколков и снижает SFR. В ряде работ указано, что модификация техники, включая репозицию конкремента, изменение положения пациента и использование активной эвакуации фрагментов, может значительно улучшить результаты даже при неблагоприятной анатомии [11].

Кроме того, влияние состава камня на результаты лечения не ограничивается плотностью НУ. Исследования демонстрируют, что камни с высоким содержанием кальция оксалата моногидрата чаще требуют более длительного времени лазерной фрагментации и имеют повышенную вероятность остаточных фрагментов по сравнению с другими типами. В ряде работ обсуждается потенциал предоперационного распознавания морфологии и состава камней с помощью эндоскопических или программных методов, что может дополнительно оптимизировать выбор метода лечения и минимизировать количество повторных вмешательств [10].

Таким образом, современное ведение пациентов с плотными камнями почек требует комплексной оценки предоперационных факторов, включая плотность по НУ, размеры, локализацию и анатомические параметры ЧЛС, а также использование прогностических моделей и инновационных технологий для персонализации тактики лечения. В этом контексте трансуретральная контактная пиелокаликотрипсия, особенно с применением усовершенствованных лазерных протоколов, представляет собой эффективный метод, позволяющий оптимизировать SFR и минимизировать осложнения у пациентов с высокоплотными конкрементами, однако требует дальнейшего изучения факторов, влияющих на ее результаты с учетом последних данных литературы [8, 13].

Материалы и методы

Исследование носило ретроспективно-проспективный характер и включало анализ данных пациентов, перенесших трансуретральную контактную пиелокаликотрипсию в период 2014–2025 гг. Работа проводилась на клинических базах ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова. Протокол исследования соответствовал принципам доказательной медицины и утвержденным этическим стандартам.

Всего были включены 260 пациентов, удовлетворяющих критериям отбора, из них 49% — мужчины, 51% — женщины; средний возраст — 49 лет.

Включению подлежали пациенты в возрасте от 18 до 80 лет, у которых при мультиспиральной компьютерной томографии диагностирован одиночный камень чашечно-лоханочной системы плотностью не менее 1100 НУ и размером 0,8–2,0 см. Из исследования исключали пациентов с коралловидными конкрементами, выраженными воспалительными изменениями, стриктурами мочеточника, декомпенсацией функции единственной почки, а также беременных женщин.

Обследование всех пациентов включало клинко-лабораторные методы, ультразвуковое исследование, обзорную урографию (при необходимости) и



обязательную МСКТ с оценкой плотности камня, его размеров, точной локализации и основных анатомических характеристик чашечно-лоханочной системы. В числе последних регистрировались инфундибуло-пиелональный угол и длина шейки чашечки, поскольку эти параметры потенциально влияют на отток фрагментов и вероятность полного клиренса.

Интраоперационно фиксировались длительность вмешательства, технические особенности доступа, эпизоды миграции камня или его фрагментов, случаи перфорации лоханки или чашечек, а также интраоперационные кровотечения. Миграция рассматривалась отдельно как абсолютная, когда фрагмент или камень становились полностью недоступны для продолжения литотрипсии, и относительная, когда изменение положения конкремента требовало дополнительных манипуляций, но не препятствовало завершению процедуры. Послеоперационная тактика была стандартизирована: всем пациентам устанавливали мочеточниковый стент, который удаляли на 3–5-е сутки при неосложненном течении.

Основным критерием эффективности определялся показатель stone-free rate (SFR), то есть отсутствие конкрементов и фрагментов $> 2\text{--}3$ мм по данным контрольного УЗИ и рентгенографии после удаления стента. Осложнения регистрировались в течение госпитализации и раннего послеоперационного периода и классифицировались по модифицированной шкале Clavien – Dindo. Дополнительно оценивали изменения уровней интерлейкина-18 через три часа после вмешательства и липокалина-2 на третьи сутки, что позволяло судить о степени тубулоинтерстициального повреждения почек.

Особое внимание в исследовании уделялось статистическому анализу, поскольку целью работы являлось выявление факторов, определяющих вероятность успешного полного удаления камня. Вначале изучался характер распределения количественных показателей, для этого применялся критерий Шапиро – Уилка. Установлено, что большинство непрерывных параметров, включая плотность камня, длительность операции и уровни биомаркеров, не соответствовали нормальному распределению, что предопределило использование непараметрических методов.

Данные сравнивались между подгруппами с использованием критериев Краскела – Уоллиса, что позволяло корректно анализировать показатели в условиях ненормального распределения. Категориальные переменные, такие как частота миграции фрагментов, доля успешных операций и частота осложнений, оценивались при помощи χ^2 -критерия Пирсона, а при малых ожидаемых значениях – точного критерия Фишера.

Для определения факторов, наиболее значимо

влияющих на исход, использовалась логистическая регрессия. На первом этапе оценивалось влияние каждого предиктора отдельно, после чего параметры с достоверной ассоциацией включались в многофакторную модель. Таким образом удавалось определить, сохраняют ли такие факторы, как плотность камня, его локализация или анатомия чашечки, свою прогностическую значимость после учета всех остальных переменных. Результаты логистической регрессии выражались в виде отношения шансов (OR) с 95% доверительных интервалов, что позволяло количественно оценивать влияние каждого параметра на вероятность достижения SFR.

Дополнительно проводился ROC-анализ для определения пороговых значений ключевых факторов, влияющих на исход лечения. Для плотности конкремента и его размера рассчитывались площадь под ROC-кривой (AUC) и оптимальные пороговые значения, позволяющие прогнозировать неудачу вмешательства. Данный подход обеспечивал возможность объективного определения критического уровня НУ, при превышении которого вероятность полного удаления камня существенно снижалась.

Во всех анализах уровень статистической значимости принимался равным $p < 0,05$. Для обработки данных использовалось лицензионное программное обеспечение Statistica и SPSS, обеспечивающее высокую точность расчетов и корректность построения моделей.

Применение комплексного многоуровневого статистического анализа позволило не только установить влияние отдельных клинических и анатомических факторов на исход ТУКПКЛТ, но и определить их независимую роль, оценить силу ассоциации и сформировать объективные прогностические критерии эффективности вмешательства.

Методики оперативного лечения

Все вмешательства выполнялись под спинальной или общей анестезией с предварительной установкой струны-проводника и при необходимости мочеточникового кожуха. Предоперационная МСКТ позволяла определить размеры, плотность и локализацию конкремента, а также особенности чашечно-лоханочной системы, что служило основанием для выбора энергии и техники литотрипсии.

В подгруппах ультразвуковой литотрипсии использовали ригидный уретерореноскоп и литотриптер EMS Swiss LithoClast Master, тогда как в лазерных подгруппах применяли гибкие уретерореноскопы в сочетании с волоконным лазером Fiberlase U2. Во всех случаях после завершения литотрипсии устанавливался мочеточниковый стент 4,7–6 Fr/Ch.



Табл. 1. Используемые статистические методы анализа

Статистический метод	Назначение и область применения
Критерий Шапиро – Уилка	Оценка распределения количественных данных (плотность камня, размеры, время операции) для выбора корректных методов последующего анализа
Критерий Краскела – Уоллиса	Сравнение количественных показателей между четырьмя независимыми подгруппами пациентов при ненормальном распределении данных
χ^2 -критерий Пирсона (с применением точного критерия Фишера при малых ожидаемых значениях)	Анализ категориальных показателей: частоты осложнений, миграции фрагментов, различий в достижении SFR между подгруппами
Однофакторная логистическая регрессия	Первичное выявление клинических и анатомических факторов, ассоциированных с вероятностью достижения SFR
Многофакторная логистическая регрессия	Определение независимых предикторов эффективности ТУКПКЛТ с расчетом отношения шансов (OR) и 95% доверительных интервалов
ROC-анализ	Определение прогностической ценности ключевых параметров (плотность НУ, размеры конкремента) и вычисление пороговых значений, влияющих на SFR
Уровень значимости $p < 0,05$	Принят как критический порог статистической достоверности для всех применяемых методов анализа

Табл. 2. Показатели SFR в зависимости от характеристик камня

Фактор	Категория	SFR (%)	p
Плотность (НУ)	1100–1300	86	$< 0,001$
	> 1300	62	$< 0,001$
	> 1400	48	$< 0,001$
Размер (мм)	< 10	92	$< 0,001$
	10–15	81	$< 0,001$
	> 15	55	$< 0,001$
Локализация	Лоханка	90	$< 0,001$
	Средняя чашечка	72	$< 0,001$
	Верхняя чашечка	77	$< 0,05$
	Нижняя чашечка	48–55	$< 0,001$

Табл. 3. Независимые предикторы эффективности ТУКПКЛТ (многофакторная регрессия)

Фактор	OR	95% ДИ	p
Плотность > 1300 НУ	0,44	0,29–0,66	$< 0,001$
Размер > 15 мм	0,52	0,34–0,79	0,002
Нижняя чашечка	0,31	0,20–0,50	$< 0,001$
ИП-угол $< 45^\circ$	0,46	0,27–0,77	0,004
Лазерная литотрипсия	2,42	1,55–3,78	$< 0,001$



Рис. 1. SFR при различных методах литотрипсии

Традиционная ультразвуковая ТУКПКЛТ выполнялась стандартным способом: ультразвуковой зонд подводили к конкременту в чашечке или лоханке, фиксируя камень за счет его прижатия к стенке чашечно-лоханочной системы. Образующиеся фрагменты удаляли пассивной ирригацией или корзинками. При такой технике часть энергии неизбежно передавалась слизистой, что повышало риск травматизации, микроперфораций и остаточных фрагментов.

В модифицированном способе ультразвуковой литотрипсии (патент RU2687593) принципиальным отличием являлось выполнение фрагментации внутри корзины Хачина. Камень предварительно захватывали, герметично фиксировали в корзине и «подвешивали» в полости чашечки, после чего литотрипсия проводилась внутри корзины без контакта со стенкой чашечно-лоханочной системы. Такой подход снижал механическое воздействие на паренхиму, ограничивал миграцию фрагментов и повышал полноту удаления конкремента.

Традиционная лазерная ТУКПКЛТ выполнялась в соответствии с общепринятыми принципами RIRS: лазерное волокно подводили к поверхности камня, фрагментацию осуществляли в режимах dusting или fragmentation, а остатки извлекали ирригацией или корзинками. Основными ограничениями стандартной методики являлись ретропульсия плотных

фрагментов, повышение температуры в зоне работы лазера и удлинение времени вмешательства.

Разработанный способ лазерной ТУКПКЛТ (патент RU2781345) предусматривал предварительную фиксацию камня в корзине с последующей фрагментацией «в подвешенном положении», без контакта со стенкой чашечки. Использование охлажденной ирригации с контролируемым оттоком через мочеточниковый кожух снижало термическое воздействие лазера и улучшало визуализацию. Завершали процедуру одновременным извлечением корзины, фрагментов и уретерореноскопа, что уменьшало риск резидуальных камней.

Предложенные технические модификации обеспечивали более стабильное положение конкремента, снижали степень механической и термической травматизации тканей, уменьшали частоту миграции фрагментов и увеличивали вероятность достижения состояния stone-free после одного вмешательства при работе с плотными конкрементами.

Результаты

Анализ эффективности ТУКПКЛТ в зависимости от плотности, размеров и локализации конкрементов показал, что ключевым негативным фактором являлась высокая плотность камня. При значениях выше 1300 HU вероятность достижения состояния stone-free существенно снижалась: 86% при 1100–1300 HU

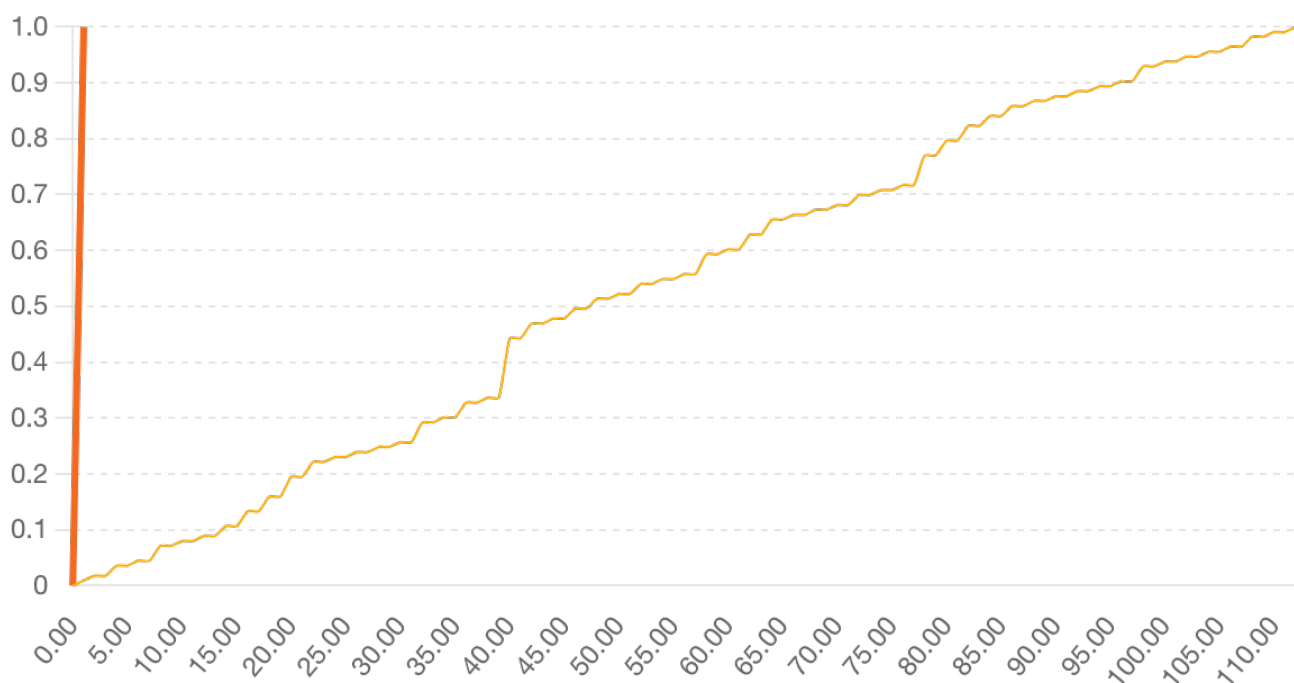


Рис. 2. ROC-кривая прогнозирования снижения эффективности ТУКПКЛТ в зависимости от плотности камня по HU

и 62% при $HU > 1300$ ($p < 0,001$), тогда как при плотности > 1400 HU показатель снижался до 48%. Размер конкремента также продемонстрировал значимое влияние на исход: SFR составлял 92% при размерах < 10 мм, 81% – при 10–15 мм и 55% – при > 15 мм ($p < 0,001$).

Локализация в нижней чашечке являлась независимым фактором риска и ассоциировалась с самым низким SFR – 48–55% по сравнению с 90% при расположении в лоханке ($p < 0,001$). Анатомические особенности ЧЛС удлиненная (> 18 мм) шейка чашечки и острый ($< 45^\circ$) инфундибуло-пиелональный угол статистически значимо ухудшали клиренс конкрементов ($p < 0,01$).

Тип литотрипсии оказал выраженное влияние на эффективность вмешательства. Лазерная методика продемонстрировала более высокий SFR по сравнению с ультразвуковой (92% против 63%, $p < 0,001$). Этот эффект сохранялся в многофакторной модели: использование лазера увеличивало вероятность успешного удаления камня более чем в два раза (OR 2,42; 95% ДИ 1,55–3,78).

Многофакторная логистическая регрессия подтвердила независимое влияние пяти факторов: высокой плотности камня ($p < 0,001$), размера > 15 мм ($p = 0,002$), локализации в нижней чашечке ($p < 0,001$), острого ИП-угла ($p = 0,004$) и типа энергии литотрипсии ($p < 0,001$). Площадь под ROC-кривой

для плотности конкремента составила 0,81, что свидетельствует о высокой прогностической ценности параметра.

При моделировании ROC-кривой с использованием стратифицированных значений плотности (1100–1300 HU, > 1300 HU, > 1400 HU) была получена площадь под кривой $AUC = 0,65$, что указывает на умеренную дискриминирующую способность плотности камня как независимого предиктора снижения эффективности ТУКПКЛТ. ROC-кривая демонстрирует постепенное увеличение вероятности неблагоприятного исхода по мере роста HU. Оптимальная пороговая зона, при которой риск неуспеха значительно возрастает, располагалась в диапазоне ≈ 1180 –1300 HU, что согласуется с клиническими данными исследования и литературными источниками.

Обсуждение полученных результатов

Результаты проведенного исследования подтверждают, что эффективность трансуретральной контактной пиелокаликотрипсии при конкрементах высокой плотности определяется совокупным влиянием физических характеристик камня, анатомических особенностей чашечно-лоханочной системы и выбранного метода литотрипсии. Наиболее значимым фактором явилась плотность конкремента, что согласуется с современными литературными данными, указывающими на прямую связь между



структурной устойчивостью камня и вероятностью успешной фрагментации.

Даже в пределах минимально представленного диапазона (≥ 1100 HU) отмечалась выраженная тенденция к снижению эффективности по мере увеличения значения излучаемой плотности. При плотности 1100–1200 HU большинство пациентов достигали состояния stone-free, однако превышение порога в 1200 HU приводило к существенному падению вероятности успешного удаления конкремента. При HU > 1400 эффективность вмешательства снижалась до минимальных значений, что отражает высокую минерализацию и монолитность конкрементов этой группы. Эти данные подтверждают, что HU служит не только диагностическим параметром, но и важным клиническим инструментом для предоперационной стратификации риска.

Размер конкремента также продемонстрировал тесную связь с эффективностью лечения. Камни > 15 мм ассоциировались с уменьшением SFR, увеличением времени вмешательства и повышением частоты осложнений. Подобная зависимость объясняется как увеличением объема разрушения, так и выраженной склонностью крупных конкрементов к миграции фрагментов, особенно при расположении в нижней чашечке.

Анатомические характеристики чашечно-лоханочной системы оказались критическими факторами, определяющими возможность полноценного клиренса. Острый инфундибуло-пиелональный угол ($< 45^\circ$) и удлиненная шейка чашечки (> 18 мм) затрудняют отток фрагментов и создают технические препятствия при манипуляции инструментом. Эти условия формируют предрасположенность к резидуальным фрагментам независимо от выбранного метода литотрипсии, что подтверждено в модели многофакторного анализа.

Выбор методики литотрипсии и энергии оказался одним из ключевых модифицируемых параметров. Лазерная литотрипсия, особенно в усовершенствованной технике с фиксацией конкремента и контролируемой ирригацией, обеспечила наиболее высокие показатели SFR. Этот метод не только уменьшал вероятность миграции фрагментов, но и снижал риск термического и механического повреждения тканей, что подтверждалось меньшим числом осложнений. В то время как ультразвуковая литотрипсия показала приемлемую эффективность при умеренной плотности камней, ее успешность падала при увеличении плотности, что, вероятно, обусловлено снижением коэффициента фрагментации.

В совокупности полученные данные демонстрируют, что плотность, размер, локализация и анатомия чашечно-лоханочной системы формируют интеграль-

ный профиль риска, позволяющий прогнозировать исход ТУКПКЛТ.

Заключение

Проведенное исследование демонстрирует, что эффективность трансуретральной контактной пиелокаликотрипсии при конкрементах высокой плотности определяется сочетанием физических свойств камня, анатомических условий чашечно-лоханочной системы и используемой энергетической технологии. Установлено, что увеличение плотности конкремента начиная с пороговых значений около 1200 HU сопровождается закономерным снижением частоты достижения состояния stone-free и увеличением технической сложности вмешательства. Размер камня > 15 мм, локализация в нижней чашечке и острый инфундибуло-пиелональный угол ($< 45^\circ$) также являются независимыми предикторами неблагоприятного исхода.

В то же время полученные данные убедительно показывают, что применение запатентованных методик ТУКПКЛТ в рамках настоящего исследования позволяет компенсировать влияние неблагоприятных факторов и достоверно улучшать результаты лечения. Использование фиксирующих элементов (корзинные техники), «подвешенной» литотрипсии, а также модифицированных приемов работы с энергией обеспечивали более стабильное положение конкремента, уменьшение миграции фрагментов и снижение нагрузки на стенки чашечно-лоханочной системы. Это сопровождалось статистически значимым повышением SFR по сравнению со стандартными методиками как при ультразвуковой, так и при энергетической литотрипсии, а также снижением частоты интраоперационных осложнений.

Разработанные подходы позволяют оптимизировать рабочие условия в полостной системе, улучшить визуализацию, сократить длительность фрагментации и обеспечивают более предсказуемый клинический результат у пациентов с плотными и технически сложными конкрементами. Включение данных методик в клиническую практику формирует обоснованный путь повышения эффективности вмешательства при камнях высокой плотности и улучшения безопасности операции.

Таким образом, результаты исследования подчеркивают, что совершенствование техники эндоскопического вмешательства является не менее значимым фактором, чем физико-химические характеристики камня. Разработанные методики обеспечивают повышение SFR, сокращение числа осложнений и демонстрируют потенциал для широкого внедрения в клиническую практику в качестве эффективных и безопасных технологий лечения плотных конкрементов чашечно-лоханочной системы.



Л И Т Е Р А Т У Р А / R E F E R E N C E S

1. Аляев Ю. Г. Мочекаменная болезнь. Современный взгляд на проблему: руководство для врачей / Ю. Г. Аляев, П. В. Глыбочко. Москва: Медфорум, 2016. –С. 38–41.
2. Мочекаменная болезнь. Клинические рекомендации Министрства здравоохранения Российской Федерации. Москва, 2024. –118 с. –URL: <https://cr.minzdrav.gov.ru> (дата обращения: 08.05.2025).
3. Назаров, Т. Х. Исторические и современные методы лечения пациентов с камнями мочевого пузыря с аденомой простаты / Т. Х. Назаров, И. В. Рычков, В. А. Николаев, А. И. Турсунов // Андрология и генитальная хирургия. 2021. Т. 20, № 3. С. 43–51.
4. Назаров, Т. Х. Мочекаменная болезнь: этиопатогенез, диагностика и лечение / Т. Х. Назаров, А. И. Турсунов, М. А. Ахмедов, И. В. Рычков // Андрология и генитальная хирургия. 2019. Т. 20, № 3. С. 43–51.
5. Назаров, Т. Х. Роль маркеров острого повреждения почек при проведении литотрипсии конкрементов высокой плотности / Т. Х. Назаров, Б. К. Комяков, А. И. Турсунов // Урология. 2019. № 1. С. 23–27.
6. Назаров, Т. Х. Мочекаменная болезнь: актуальные проблемы почечных камней / Т. Х. Назаров, И. В. Рычков, М. Агагюлов // Вестник последипломного образования в сфере здравоохранения. 2017. № 3. С. 89–95.
7. Патент (изобретение) № RU2687593 C1 Российская Федерация, МПК A61B 17/225 (2006.01), A61K 31/355 (2006.01), A61K 31/05 (2006.01), A61K 38/43 (2006.01), A61K 31/721 (2006.01), A61K 47/26 (2006.01), A61P 13/12 (2006.01). Способ лечения больных нефролитиазом с плотными камнями: № 2018128435, заявл. 02.08.2018 : опубл. 15.05.2019, Бюл. № 14 / Б. К. Комяков, Т. Х. Назаров, И. В. Рычков, К. Е. Трубникова, А. И. Турсунов ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России. 12 с. Текст : непосредственный.
8. Патент (изобретение) № RU2781345 C1 Российская Федерация, МПК A61B 17/00 (2006.01), A61B 17/225 (2006.01), A61B 17/221 (2006.01), A61K 33/00 (2006.01), A61P 13/12 (2006.01). Способ лазерной ретроградной интравенальной литотрипсии : № 2022108608, заявл. 31.03.2022 : опубл. 11.10.2022, Бюл. № 29 / Т. Х. Назаров, А. И. Турсунов, И. В. Рычков, К. Е. Трубникова ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России. 13 с.; илл. Текст : непосредственный
9. Рычков, И. В. Выбор метода литотрипсии в зависимости от плотности мочевых камней и анатомо-функционального состояния почек: дис. ... канд. мед. наук : 14.01.23 / Рычков Иван Вячеславович. Уфа, 2020. 114 с
10. Estrade, V. Deep morphological recognition of kidney stones using intra-operative endoscopic digital videos / V. Estrade, M. Daudon, E. Richard [и др.] // Phys. Med. Biol. 2022. Т. 67, № 16. DOI: 10.1088/1361-6560/ac8592. PMID: 35905728.
11. Geraghty, R. Which Measure of Stone Burden is the Best Predictor of Interventional Outcomes in Urolithiasis: A Systematic Review and Meta-analysis by the YAU Urolithiasis Working Group and EAU Urolithiasis Guidelines Panel / R. Geraghty, A. Pietropaolo, L. Tzelves [и др.] // Eur. Urol. Open Sci. 2024. Т. 71. С. 22–30. DOI: 10.1016/j.euros.2024.10.024. –PMID: 39651399; PMCID: PMC11625283.
12. Gu, J. Novel scoring system combined with a virtual reality technique for the preoperative evaluation of the stone-free status after flexible ureteroscopy: the H.L.P.E.S. score / J. Gu, S. Luo, L. Jiang [и др.] // BMC Urology. 2022. Т. 22, № 1. Стр. 161. DOI: 10.1186/s12894-022-01108-2. PMID: 36209157; PMCID: PMC9547458.
13. Ihedoro, I. E. Use of the STONE Score for Predicting the Outcomes of Lithotripsy: A Narrative Review / I. E. Ihedoro, P. E. Ngwu, C. H. Obodozie [и др.] // Cureus. 2025. Т. 17, № 8. e90570. DOI: 10.7759/cureus.90570. PMID: 40978999; PMCID: PMC12447783.
14. Nedbal, C. Predictors and associations of complications in ureteroscopy for stone disease using AI: outcomes from the FLEXOR registry / C. Nedbal, V. Gauhar, S. Adithya [и др.] // Urolithiasis. 2025. Т. 53, № 1. С. 89. DOI: 10.1007/s00240-025-01763-8. PMID: 40366389; PMCID: PMC12078356.
15. Türk, C. EAU Guidelines on Urolithiasis / C. Türk, A. Neisius, A. Petřík [et al.]. –Arnhem: European Association of Urology, 2024. 147 p. URL: <https://uroweb.org/guidelines/urolithiasis>.
16. Назаров, Т. Х. Физико-химические основы камнеобразующих свойств мочи / Т. Н. Назаров // Урология. 2007. № 5. С. 75–78.
17. Сравнительный анализ данных двухэнергетического компьютерного томографа и результатов минералогического исследования мочевых камней при уролитиазе / Т. Х. Назаров, И. В. Рычков, Д. Г. Лебедев, К. Е. Трубникова // Лучевая диагностика и терапия. 2018. № 2(9). С. 54–58. DOI 10.22328/2079-5343-2018-9-2-54-58.

Вклад авторов

А.И. Турсунов: обзор публикаций по теме статьи, написание текста статьи;

Т.Х. Назаров: разработка дизайна статьи, получение данных для анализа, обзор публикаций по теме статьи, написание текста статьи;

Authors' contributions

A.I. Tursunov: review of publications on the topic of the article, writing the text of the article;

T.Kh. Nazarov: development of the design of the article, obtaining data for analysis, review of publications on the topic of the article, writing the text of the article;

ORCID авторов / ORCID of authors

Т.Х. Назаров / T.Kh. Nazarov: <https://orcid.org/0000-0001-9644-720X>

А.И. Турсунов / A.I. Tursunov: <https://orcid.org/0000-0003-3536-6339>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Финансирование. Работа выполнена без спонсорской поддержки.

Funding. The work was performed without external funding.