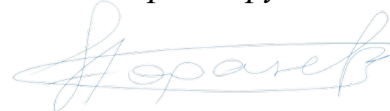


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

На правах рукописи



Афанасьевская Елизавета Владимировна

**Выбор метода минимально инвазивной эндоскопической нефролитотрипсии
при камнях до 2 см**

3.1.13. Урология и андрология

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук
Сорокин Николай Иванович

Москва – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С КАМНЯМИ ПОЧЕК ДО 2 САНТИМЕТРОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	11
1.1 Распространенность мочекаменной болезни, актуальность проблемы	11
1.2 Эволюция подходов к оперативному лечению камней почек	12
1.3 Методы эндоскопического лечения камней почек: показания, преимущества и недостатки	13
1.4 Критерии выбора метода оперативного лечения камней почек.....	17
1.4.1 Текущие клинические рекомендации.....	17
1.4.2 Роль компьютерной томографии в планировании операции.....	20
1.4.3 Прогностические номограммы	26
ГЛАВА 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИНИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ И МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	34
2.1 Общая характеристика клинических наблюдений	34
2.2 Дизайн исследования	39
2.3 Методы исследования	41
2.4 Методика оперативного лечения.....	43
2.5 Методы послеоперационной оценки.....	47
2.6 Статистический анализ	47
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	50
3.1 Сравнительная оценка эффективности мини-перкутанной нефролитотрипсии, микро-перкутанной нефролитотрипсии и ретроградной инtrarенальной хирургии	50
3.1.1 Характеристики конкремента	50
3.1.2 Анатомия почки.....	55
3.1.3 Характеристики пациентов.....	60
3.1.4 Частота полного избавления от камней в группах	64
3.2 Алгоритм выбора метода минимально инвазивной нефролитотрипсии.....	67

3.2.1 Прогностические модели, номограмма.....	68
3.2.2 Прогностические модели, дерево решений	70
3.2.3 Создание алгоритма выбора метода нефролитотрипсии	72
3.3 Сравнительная оценка безопасности методов.....	73
3.4 Объем камня как предиктор продолжительности операции.....	75
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ	80
4.1 Эффективность минимально инвазивной эндоскопической нефролитотрипсии	80
4.2 Безопасность минимально инвазивной эндоскопической нефролитотрипсии	87
4.3 Корреляция времени операции и размера конкремента.....	90
4.4 Алгоритм выбора метода минимально инвазивной эндоскопической нефролитотрипсии	91
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	93
ВЫВОДЫ	94
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	95
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	96
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	97

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Мочекаменная болезнь (МКБ) или уролитиаз — это хроническое системное заболевание, являющееся следствием метаболических нарушений и/или влияния факторов внешней среды, которое проявляется образованием камней в мочевых путях. Заболеваемость уролитиазом составляет от 1% до 20%, преобладает у мужчин (соотношение около 3:1) и наиболее часто проявляется в возрасте 40–50 лет. В последние десятилетия отмечается увеличение числа случаев заболевания. В Российской Федерации за 2005–2020 года прирост заболеваемости составил 35,45%. Согласно клиническим рекомендациям Европейской ассоциации урологов от 2023 года, первой линией терапии в лечении камней почек до 1 см является дистанционная литотрипсия (ДЛТ) или ретроградная интратеренальная хирургия (РИРХ). Второй линией терапии является перкутанная нефролитотрипсия (ПНЛ). При камнях от 1 до 2 см равнозначные результаты показывает ДЛТ и эндоскопические вмешательства (ПНЛ или РИРХ). ДЛТ, являясь малоинвазивным методом лечения, показывает худшие результаты в отношении частоты полного избавления от камней (stone free rate, SFR) и требует более тщательного отбора пациентов. Этот факт ограничивает ее активное применение. При камнях размером более 2 см рекомендовано проведение ПНЛ. Несмотря на высокий SFR, ПНЛ имеет ряд послеоперационных осложнений. Развитие технологий, появление новых инструментов и лазеров делает возможным применение менее инвазивных техник при камнях большего размера. С целью уменьшения количества осложнений после стандартной ПНЛ создавались инструменты меньшего диаметра. Их классифицировали отдельно как минимально инвазивные ПНЛ и стали активно применять в ежедневной клинической практике. Однако в клинических рекомендациях нет четкого разграничения на стандартную и минимально инвазивные ПНЛ. Также для удаления камней почек в настоящее время широко используется ретроградный доступ гибким инструментом. Таким образом, на фоне

многообразие методов эндоскопической нефролитотрипсии уролог сталкивается со сложностями при выборе наиболее оптимальной тактики лечения пациента с камнем почки.

Степень разработанности темы исследования

В настоящее время методы минимально инвазивного эндоскопического лечения камней почек активно применяются в клинической практике. К ним относятся мини-перкутанная нефролитотрипсия (мини-ПНЛ), микроперкутанная нефролитотрипсия (микро-ПНЛ) и РИРХ. Однако нет четких рекомендаций и алгоритмов, позволяющих хирургу выбрать более оптимальный метод лечения в каждом конкретном случае. Существующие научные публикации, сравнивающие все вышеуказанные методы, являются немногочисленными и зачастую противоречат друг другу. Таким образом, сравнение результатов эффективности и безопасности методов минимально инвазивной эндоскопической нефролитотрипсии является нерешенной задачей.

С целью предсказания исходов нефролитотрипсии создано множество прогностических моделей, однако практически все они ограничены рамками одного метода. Таким образом, хирургу приходится использовать несколько номограмм, что затрудняет его ежедневную практику. Кроме того, большинство из существующих номограмм для ПНЛ создавались на данных медицинской документации пациентов, перенесших стандартную ПНЛ, а не минимально инвазивную. Таким образом, в настоящее время не существует единого алгоритма, позволяющего хирургу в рамках одной прогностической модели сделать персонализированный выбор между минимально инвазивными методами эндоскопической нефролитотрипсии.

Цель и задачи исследования

Улучшение результатов лечения пациентов с камнями почек до 2 см благодаря персонификации выбора метода минимально инвазивной нефролитотрипсии.

Задачи исследования:

1. Оценить эффективность разных методов минимально инвазивной нефролитотрипсии при камнях до 2 см.
2. Оценить безопасность разных методов минимально инвазивной нефролитотрипсии при камнях до 2 см.
3. Определить роль объема конкремента как предиктора длительности операции.
4. Оценить влияние анатомии собирательной системы почки на эффективность минимально инвазивной нефролитотрипсии при камнях до 2 см.
5. Разработать алгоритм выбора метода минимально инвазивной нефролитотрипсии при камнях до 2 см.

Научная новизна

Впервые произведена оценка использования объема конкремента, рассчитанного по формуле неравностороннего эллипсоида, вместо максимального диаметра конкремента, как предиктора продолжительности минимально инвазивной нефролитотрипсии при камнях до 2 см.

Впервые разработан персонифицированный алгоритм выбора метода минимально инвазивной эндоскопической нефролитотрипсии при камнях до 2 см, который опирается как на объективные параметры, так и ограничивает субъективные (предпочтения хирурга и/или желание пациента) в рамках одной модели. Алгоритм сформирован на базе двух прогностических моделей и представлен в виде блок-схемы для стратификации данных предоперационного

обследования с возможностью оценки исхода при отхождении от рекомендуемого метода.

Теоретическая и практическая значимость работы

На основании проведенного исследования обосновано выполнение минимально инвазивной эндоскопической нефролитотрипсии при камнях до 2 см, как эффективного и безопасного метода лечения. Выявлены преимущества выполнения РИРХ у данной категории пациентов как более эффективного метода. Не выявлено осложнений тяжелой степени при выполнении мини-ПНЛ, микро-ПНЛ и РИРХ. Обосновано выполнение КТ с КУ перед проведением минимально инвазивной нефролитотрипсии с целью оценки анатомии ЧЛС. Достоверно определены факторы, влияющие на эффективность минимально инвазивной эндоскопической нефролитотрипсии при камнях до 2 см: размер камня, тип строения ЧЛС AI по Samprao, вмешательства по поводу МКБ в анамнезе, возраст пациента. Определены факторы, снижающие эффективность микро-ПНЛ: отсутствие условий для пассивного вымывания резидуальных фрагментов. Доказано отсутствие преимуществ в расчете объема конкремента как предиктора продолжительности минимально инвазивной нефролитотрипсии при камнях до 2 см. Выявлена более высокая корреляция между длительностью операции и размерами камня в группе микро-ПНЛ по сравнению с группами мини-ПНЛ и РИРХ. Разработан алгоритм выбора метода минимально инвазивной нефролитотрипсии при камнях до 2 см, позволяющий сделать выбор между вмешательствами с учетом предпочтений хирурга и желания пациента.

Методология и методы исследования

Основой методологии настоящего исследования явились работы отечественных и зарубежных коллег, отражающие подходы к диагностике нефролитиаза, к методам предоперационного планирования вмешательства, а

также периоперационного ведения пациентов с камнями почек до 2 см. Для решения задач исследования были проведены клинические, лабораторные и инструментальные методы исследования, а также методы машинного обучения для построения прогностических номограмм. В исследовании принял участие 91 пациент с камнями почек до 2 см, которые перенесли минимально инвазивную нефролитотрипсию на базе медицинского научно-образовательного института МГУ им. М.В. Ломоносова и Санкт-Петербургского государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Клиническая больница Святителя Луки» с октября 2020 года по декабрь 2022 года. Полученные данные статистически обработаны, результаты и выводы достоверны.

Личный вклад автора

Автор принимал непосредственное участие в разработке дизайна исследования, постановке задач и их реализации. Автором лично проведены набор пациентов, обработка статистических данных, интерпретация данных лучевых методов диагностики, участие в лечении больных. Научные результаты, обобщенные в диссертационной работе, полученные автором внедрены в практику.

Положения, выносимые на защиту

1. Среди методов минимально инвазивной нефролитотрипсии при камнях до 2 см наиболее эффективным является РИРХ.
2. В отношении безопасности все методы минимально инвазивной нефролитотрипсии не сопровождаются тяжелыми осложнениями (IV и V класса по Clavien-Dindo). В отношении осложнений легкой степени (I и II класс) сопоставимы между собой.
3. Наименьшая длительность операции и продолжительность госпитализации наблюдалась в группе РИРХ, с медианами 45,0 мин. и 5,0 к/д, соответственно.

4. Для прогнозирования длительности минимально инвазивной нефролитотрипсии при камнях до 2 см нет необходимости в расчете объема конкремента как статистически более значимого предиктора.

5. Анатомия ЧЛС статистически достоверно влияет на эффективность методов минимально инвазивной нефролитотрипсии при камнях до 2 см.

6. Алгоритм выбора метода минимально инвазивной нефролитотрипсии последовательности позволяет прогнозировать эффективность лечения с учетом персонифицированных данных.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Основные научные положения и выводы диссертации «Выбор метода минимально инвазивной эндоскопической нефролитотрипсии при камнях до 2 см» соответствуют паспорту научной специальности 3.1.13. Урология и андрология, пункту № 2 (разработка и усовершенствование методов диагностики и предупреждения хирургических заболеваний).

Степень достоверности и апробации результатов

Диссертационное исследование выполнено согласно надлежащим правилам и принципам клинической практики. Результаты воспроизводимы и получены с применением современного сертифицированного оборудования и методов статистической обработки материала.

Результаты диссертации были неоднократно доложены на профильных конференциях и конгрессах с международным участием в РФ (в том числе на междисциплинарной научно-практической конференции Endourocenter meeting, 2021 г. и 2023 г., на 6-й научно-практической конференции урологов Северо-Западного федерального округа, 2023 г.), а также на профильной конференции в Европе (5-я конференция экспертов по мочекаменной болезни, 2022 г.). Автор лично выполнил исследование, провел работу по диагностике и лечению

пациентов, формировал электронную базу данных, выполнял статистическую обработку данных клинических и инструментальных исследований. Самостоятельно автор пересмотрел 91 компьютерную томографию с оценкой размера конкремента в трех измерениях и последующим расчетом объема конкремента, анализом анатомического строения ЧЛС, а также ассистировал в большей части оперативных пособий, включенных в исследование. Самостоятельно пересмотрел компьютерные томограммы 91 пациента, выполненные после операции с целью контроля наличия резидуальных фрагментов.

Публикации по теме диссертации

По теме диссертации опубликовано 4 работы, из них: 2 научные статьи в изданиях, индексируемых в международных базах Scopus и PubMed, 1 в журнале, включенном в Перечень рецензируемых научных изданий Сеченовского Университета/Перечень ВАК при Минобрнауки России, 1 публикация в сборниках материалов международной конференции.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 111 страницах текста и состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов, результатов собственных исследований, их обсуждения, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, включающего 139 наименований, из которых 26 отечественных и 113 зарубежных источников. Работа иллюстрирована 23 таблицами, 34 рисунками.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С КАМНЯМИ ПОЧЕК ДО 2 САНТИМЕТРОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Распространенность мочекаменной болезни, актуальность проблемы

МКБ занимает одну из лидирующих позиций среди урологических нозологий. На долю пациентов с МКБ приходится до 60% пациентов урологического отделения [21]. Распространенность МКБ по всему миру составляет от 1% до 20%, при этом в некоторых странах отмечается значительный прирост этого показателя за последние годы [25, 64]. Так, согласно проведенному Каприным А.Д. анализу сведений о числе заболеваний по Российской Федерации (РФ) за 2005–2020 гг., прирост заболеваемости составил 35,45%. При этом прирост отмечался во всех регионах РФ [7]. Актуальность проблемы продиктована и тем фактом, что по меньшей мере 3% трудоспособного населения (от 20 до 40 лет) страдает МКБ [20].

Кроме того, МКБ является социально значимым заболеванием, так как его лечение является дорогостоящим для здравоохранения, а само заболевание ассоциируется с высоким уровнем как острых, так и хронических состояний [58]. Вопреки усилиям, направленным на метафилактику МКБ, вероятность развития рецидива у пациентов, столкнувшихся с камнями почек, может достигать 50% [35, 137]. При этом вероятность развития рецидива за первый год составляет 10%, за 5 лет – 35% и за 10 лет – 50% [6].

Лечение МКБ требует больших финансовых затрат, что оказывает значительное влияние на экономику как ЛПУ, так и министерства здравоохранения в целом. МКБ занимает второе место в списке самых затратных урологических нозологий [127]. Согласно опубликованным данным, в 2000 году общие годовые расходы на лечение МКБ в Америке оценивались в 2,1 млрд долларов, что оказалось на 50% выше, чем в 1994 году [91]. Учитывая прогрессирующий ежегодный прирост заболеваемости МКБ, эксперты прогнозируют значительное

увеличение дополнительных экономических затрат, а именно на 1,24 млрд долларов к 2030 году от текущих [136].

1.2 Эволюция подходов к оперативному лечению камней почек

Еще несколько десятилетий назад пациентам с МКБ чаще всего выполнялись открытые операции по удалению камней ВМП [32]. С развитием технологий, общемировой тенденцией к проведению менее инвазивных вмешательств внимание урологов обращено именно на эндоскопические технологии и дистанционную ударноволновую литотрипсию [1, 23]. Несмотря на то, что в клинических рекомендациях ДЛТ остается в ряде случаев равнозначным эндоскопии методом, за последние 15 лет популярность этой процедуры снижается [62]. Более молодое поколение урологов отдает предпочтение эндоскопическим процедурам, нежели ДЛТ [43].

Впервые перкутанная нефролитотрипсия (ПНЛ) была выполнена в 1976 году врачами I. Fernstrom и B. Johansson и спустя несколько лет твердо вошла в рутинную урологическую практику [60]. С одной стороны, стандартный перкутанный доступ обладает высоким SFR, но, с другой стороны, не лишен недостатков из-за своей травматичности: метод нельзя назвать в полной мере безопасным, так как осложнения встречаются в 15% случаев, согласно крупному исследованию, включающему 5803 пациентов [117]. В попытках снизить травматичность вмешательства, но сохранить его эффективность создавались инструменты меньшего размера [115]. Стандартным доступом является диаметр инструмента от 24 до 30 Ch, более миниатюрные инструменты пришли во взрослую урологию из педиатрии и уже заняли свою нишу [127]. К минимально инвазивным вмешательствам относят мини-ПНЛ (14–22 F), ультра-мини-ПНЛ (11–13 F) и микро-ПНЛ (4,85–10 F) [46, 127, 131].

Для литотрипсии могут быть использованы пневматическая, электрогидравлическая, ультразвуковая и лазерная энергии. По сравнению с пневматической энергией, наиболее современными источниками энергии являются

лазеры. Золотым стандартом лазерной литотрипсии считается гольмиевая [44, 135]. В настоящее время для литотрипсии активно используется тулиевый волоконный лазер, который по результатам работ отечественных и зарубежных авторов зарекомендовал себя как эффективный и безопасный источник энергии [11, 22, 130]. В связи с небольшим диаметром инструмента для выполнения микро-ПНЛ может быть использована только лазерная энергия.

Еще до проведения первой перкутанной нефролитотрипсии, В. Маршаллом был описан первый гибкий уретеронефроскоп. В 1964 г. он еще не использовался как самостоятельный инструмент, его проводили через цистоскоп 26 Ch [76]. Если изначально гибкая уретерореноскопия (УРС) применялась только с целью диагностики заболеваний верхних мочевых путей, то уже в 1995 году был описан опыт применения гольмиевого лазера для литотрипсии ретроградным доступом [33, 34]. Последующие разработки привели к тому, что в 2006 году был изготовлен первый цифровой гибкий уретеронефроскоп [101]. Совершенствование аппаратуры не прекращается, и в настоящее время в арсенале урологов имеются инструменты с возможностью сгибания вверх/вниз $275^{\circ}/275^{\circ}$, диаметром кончика до 4,9Ch, с возможностью проведения дополнительных инструментов и осуществления ирригации по рабочему каналу [139].

1.3 Методы эндоскопического лечения камней почек: показания, преимущества и недостатки

Показания к активному лечению пациентов с камнями почек четко прописаны в клинических рекомендациях: рост камня, высокий риск камнеобразования, обструкция верхних мочевых путей (ВМП) камнем, мочевиная инфекция, наличие клинических проявлений камня, размер более 1,5 см или менее 1,5 см (если наблюдение не является предпочтительной тактикой: социальные показания или желание пациента). Таким образом, в арсенале уролога из эндоскопических методов лечения имеются РИРХ и перкутанные вмешательства [7, 13]. Преимущества одного метода перед другим не очевидны и остаются

дискутабельным вопросом. В настоящее время опубликовано небольшое количество статей на тему сравнения эффективности и безопасности мини-ПНЛ, микро-ПНЛ и РИРХ между собой.

Xiao-Shuai Gao и соавторы опубликовали крупный метаанализ [49], где сравнили минимально инвазивные перкутанные доступы и РИРХ. Мини-ПНЛ показала более высокий SFR, чем РИРХ ($p = 0,83$), в то время как SFR для РИРХ и микро-ПНЛ был сопоставим ($p = 0,78$). Время операции было ниже в группе мини-ПНЛ ($p = 0,42$), а продолжительность госпитализации в этой группе была выше ($p = 0,0001$). Последняя была ниже в группе РИРХ, но по обоим параметрам разница не была статистически значимой. Падение гемоглобина было выше в группе мини-ПНЛ по сравнению с группой, где выполнялась РИРХ ($p = 0,03$). Достоверно значимой разницы в развитии лихорадки ($p = 0,23$), инфекционных осложнений ($p = 0,75$), кровотечений ($p = 0,41$), боли ($p = 0,22$) и перфораций мочевых путей ($p = 0,93$) не выявлено. Для микро-ПНЛ общее количество осложнений было незначительно выше.

Zhenhua Gu и соавторы [39] провели метаанализ научных работ, сравнивающих микро-ПНЛ и РИРХ. По результатам исследования последний метод был ассоциирован с более выраженным падением гемоглобина ($p < 0,001$) и с более высоким SFR ($p = 0,04$). Статистически значимых различий по общему количеству осложнений ($p = 0,99$), времени операции ($p = 0,53$) и продолжительности госпитализации ($p = 0,28$) выявлено не было. В то же время по результатам другого метаанализа [79] микро-ПНЛ, напротив, показал более высокий SFR, но наблюдалось более значимое падение гемоглобина и более продолжительный койко-день.

Коллеги из Китая [56] опубликовали метаанализ, по результатам которого заключили, что комбинация уретероскопия + РИРХ имела более высокие показатели скорости полного удаления камней и реже требовала проведения повторных операций. Группы микро-ПНЛ и РИРХ показали наиболее короткое время операции и продолжительность госпитализации. По результатам другого крупного метаанализа частота повторных вмешательств была сопоставима у

пациентов, перенесших РИРХ и ПНЛ, и была значительно ниже по сравнению с ДЛТ [99].

Если обратиться к метаанализам, сравнивающим микро-ПНЛ и мини-ПНЛ, то SFR находится примерно в одном диапазоне (87,29% против 86,59%, соответственно), а более короткое время госпитализации в группе микро-ПНЛ не является статистически значимым. Что примечательно, в группе микро-ПНЛ в раннем послеоперационном периоде чаще требовалась установка внутреннего мочеточникового стента по поводу почечной колики [36].

К недостаткам РИРХ можно отнести дорогие расходные материалы, необходимость в проведении этапного лечения (предстентирование), вероятность серьезных повреждений мочеточника [39]. Кривая обучения гибкой уретероскопии составляет 50–60 процедур [128]. В отношении микроперкутанного доступа «обратной стороной медали» является невозможность извлечения фрагментов конкремента, т.е. камень должен быть раздроблен «в пыль» [45]. Также при микро-ПНЛ вероятность создания высокого внутрилоханочного давления выше, т.к. система является закрытой, т.е. без оттока жидкости через интубационный интродьюсер. С другой стороны, лучшая эргономика инструмента (камера вне стола, легкая ручка) и одношаговый доступ являются неоспоримыми преимуществами этого метода. По мере внедрения данного метода в клиническую практику были предложены различные пути решения вопроса высокого внутрилоханочного давления.

По результатам опроса оперирующих урологов в рамках секции мочекаменной болезни Европейской ассоциации урологов (EAU Section of Urolithiasis, EULIS) было выявлено, что центры, выполняющие более 50 перкутанных вмешательств в год, чаще применяют малоинвазивные методы ПНЛ (включая мини-ПНЛ, ультра-мини-ПНЛ и микро-ПНЛ), чем центры, выполняющие менее 50 ПНЛ в год. Это можно объяснить не только большим хирургическим опытом, но и доступностью малоинвазивных инструментов, и связанными с этим затратами [37]. Необходимость в конверсии на мини-ПНЛ при первичном выполнении микро-ПНЛ требуется в 10% случаев для камней среднего размера

[125]. Отдел клинических исследований Эндоурологического общества (Clinical Research Office of the Endourological Society, CROES) опубликовал масштабное исследование по теме ПНЛ, где были оценены результаты этих операций среди 5803 пациентов по всему миру [3]. Сюда вошли пациенты с камнями верхней ($n = 940$, 16%), средней ($n = 956$, 16%), нижней групп чашек ($n = 2603$, 45%) и с камнями лоханки ($n = 1350$, 23%). Самыми частыми осложнениями были лихорадка $> 38^{\circ}\text{C}$ (10,5%) и кровотечение (10,5%). Однако гемотрансфузия понадобилась лишь 5,7% пациентам. Более грозные осложнения, такие как сепсис, перфорация соседних органов, формирование мочевых свищей, наблюдались значительно реже [117]. Смертность после проведения ПНЛ крайне низкая, в исследовании CROES, включившем 6000 человек, летальный исход зарегистрирован у двух пациентов по причине уросепсиса [73].

Частота осложнений после РИРХ находится в диапазоне от 2 % до 25% [48, 60]. Согласно данным наиболее современных исследований, интраоперационные осложнения возникают в 4,2% случаев, послеоперационные – в 2,6% [40]. Наиболее частыми осложнениями являются стриктура мочеточника (7,8%), гематурия, инфекционные осложнения (8% – 10%), каменная дорожка, боль и дизурические явления (33,7%) [100]. Трансфузия требуется в 0,2%, а частота осложнений, ассоциированных с установкой кожуха, может достигать 46,5%, поэтому мочеточник должен быть внимательно осмотрен в конце операции [70]. Преимущества и недостатки методов суммированы в Таблице 1.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки малоинвазивных ПНЛ и РИРХ

	Преимущества	Недостатки
РИРХ	1) Короткая продолжительность госпитализации 2) Метод выбора при наличии камней в мочеточнике 3) Метод выбора при необходимости билатеральной литотрипсии «за один наркоз»	1) Вероятность повреждения мочеточника 2) Более высокое внутрилоханочное давление 3) Необходимость предстентирования 4) Дороговизна расходных материалов

Продолжение Таблицы 1

		5) Длинная кривая обучения (50–60 случаев)
мини-ПНЛ	1) Доступны несколько видов энергии для литотрипсии 2) Более короткая кривая обучения (40–50 случаев) 3) Низкое внутрилоханочное давление	1) Необходимость в дилатации доступа 2) Большая доза облучения
микро-ПНЛ	1) Прецизионный доступ в ЧЛС под визуальным контролем благодаря «всевидающей игле» 2) Отсутствие необходимости в дилатации доступа (меньшее количество осложнений) 3) Эргономика: игла и инструмент свободны от камеры 4) Меньшая доза облучения	1) Невозможность извлечения фрагментов камней из-за малого размера доступа 2) Выше риск развития септических состояний (невозможно контролировать внутрилоханочное давление, продолжительность процедуры)

1.4 Критерии выбора метода оперативного лечения камней почек

1.4.1 Текущие клинические рекомендации

Согласно российским клиническим рекомендациям от 2020 года, при камнях лоханки, средней и верхней групп чашек менее 20 мм в первую очередь рекомендовано проведение ДЛТ, затем РИРХ и ПНЛ, однако указывается сопоставимость результатов вышеуказанных методов [4]. Если говорить о камнях нижней группы чашек, то в первую очередь показана РИРХ, а затем ПНЛ и ДЛТ [13]. В рекомендациях Европейской ассоциации урологов появляется дополнительный критерий – конкремент размером 10 мм. Если последний имеет размер от 10 мм до 20 мм и находится в средней и верхней группе чашек, то пациенту могут быть выполнены либо эндоурологическое пособие, либо ДЛТ. Аналогичны рекомендации и для камней нижней группы чашек при отсутствии неблагоприятных факторов для ДЛТ [4]. А при их наличии первой линией терапии стоят эндоурологические вмешательства, а уже затем ДЛТ. Тактика при камнях менее 10 мм не зависит от их локализации: первой линией рекомендованы ДЛТ или

РИРХ, а второй – ПНЛ (EAU). Американская ассоциация урологов рекомендует проводить ДЛТ или РИРХ при камнях средней и верхней групп чашек. Такая же тактика при камнях нижних групп чашек менее 10 мм, при этом ДЛТ не должна проводиться в качестве первой линии при камнях нижнего сегмента более 10 мм [117] (Таблица 2).

Таблица 2 – Клинические рекомендации крупных ассоциаций урологов

Расположение камня	Минздрав РФ	EAU		AUA	
	<20 мм	<10 мм	10–20 мм	<10 мм	10–20 мм
Верхняя и средняя группы чашек	ДЛТ РИРХ ПНЛ	1.ДЛТ или РИРХ 2.ПНЛ	ДЛТ или эндоскопия (ПНЛ и РИРХ)	ДЛТ или РИРХ	ДЛТ или РИРХ
Нижняя группа чашек	РИРХ ПНЛ ДЛТ	Эндоурология (ПНЛ и РИРХ)	1. ДЛТ или эндоскопия	ДЛТ или РИРХ	РИРХ или ПНЛ
			При отрицательных предикторах к ДЛТ: 1. Эндоскопия (ПНЛ и РИРХ) 2. ДЛТ		

В первую очередь хирург принимает решение о выборе того или иного метода опираясь на данные инструментальных исследований. Далее будут рассмотрены публикации об эффективности различных методов эндоскопической нефролитотрипсии в зависимости от размера конкремента.

Первый опыт применения микро-ПНЛ был описан для пациентов со средним размером камня 14,3 мм, где эффективность метода составила 90% [131]. С другой стороны, есть опыт применения микро-ПНЛ и при более крупных камнях, в том числе среди коллег из РФ [14]. Среди пациентов с камнями почек от 20 до 25 мм SFR составил 85,9%. Floriane Michel и соавторы получили SFR = 78% при камнях почек средним размером 19 мм ± 11 [78]. Более низкая эффективность может быть связана с небольшим опытом хирурга в выполнении именно микро-ПНЛ, с одной

стороны, и наличием в общей выборке пациентов, кому ранее выполнялись те или иные реконструктивные операции на мочевых путях – с другой. Мини-ПНЛ показал большую эффективность при камнях среднего диаметра (10–20 мм), чем при камнях более 20 мм ($p = 0,009$) [89]. V. Venkatachalapathy и соавторы разделили 210 пациентов на группы по размеру конкремента и оценили SFR после проведения РИРХ. В группе 1 (1–9 мм), группе 2 (10–19 мм), группе 3 (20–29 мм), группе 4 (30–39 мм), группе 5 (40–49 мм) и в группе 6 (≥ 50 мм) SFR составил 95,2%, 100%, 96,6%, 90,9%, 86,7% и 71,4%, соответственно ($p = 0,012$) [90].

Локализация конкремента является другим значимым параметром при выборе метода операции является. По локализации камни почки могут быть разделены на те, что локализуются в верхних, средних и нижних групп чашечек и камень лоханки. Камни нижних групп чашечек до настоящего времени являются причиной активных дискуссий по тактике лечения [81]. Согласно данным мировой литературы, ПНЛ позволяет добиться более высоких результатов по сравнению с РИРХ и ДЛТ при камнях от 10 мм до 20 мм в нижней группе чашечек [99]. Таким образом, согласно результатам крупного метаанализа, SFR для камней нижних чашек в группе мини-ПНЛ оказался выше, чем в группе РИРХ ($p = 0,003$) [49]. Abdulkadir Tereler и др., в ретроспективном анализе, где проводилась микро-ПНЛ, получили 85,7 % эффективности для камней нижней группы чашечек (средний размер 17,8 мм), на фоне безуспешных сеансов РИРХ и ДЛТ в анамнезе у пациентов. А при таком же размере камней, но при другой локализации SFR составил 93% [125]. По результатам метаанализа от 2015 года для пациентов этой группы более высокий SFR достигался при РИРХ по сравнению с ДЛТ (89,5% против 70,5%) при камнях размером 10–20 мм. Но при камнях менее 10 мм разница в SFR становилась меньше [113]. В некоторых проспективных исследованиях приводится еще более низкая эффективность ДЛТ (выполнялось три сеанса) в отношении камней нижних групп чашечек по сравнению с РИРХ (54% против 85%, $p = 0,008$), соответственно, а частота повторных вмешательств составила 65% против 5,7% ($p = 0,0001$) [98].

Исследований, где сравнивались малоинвазивные ПНЛ и РИРХ между собой в отношении эффективности при камнях нижних чашечек, немного. José D Cabrera и соавторы по результатам метаанализа заключили, что эффективность в группе мини-ПНЛ была значительно выше, чем в группе РИРХ ($p = 0,05$) [82]. А если не разделять малоинвазивные ПНЛ и стандартную ПНЛ, то сравнительных исследований значительно больше. Приводятся либо сопоставимые с РИРХ результаты эффективности [72], либо указывается примерно двухкратное преимущество ПНЛ ($p < 0,001$) [42]. Таким образом, в урологическом сообществе нет единого мнения о том, какой метод и в какой ситуации необходимо выполнять первично, так как данные мировой литературы противоречивы.

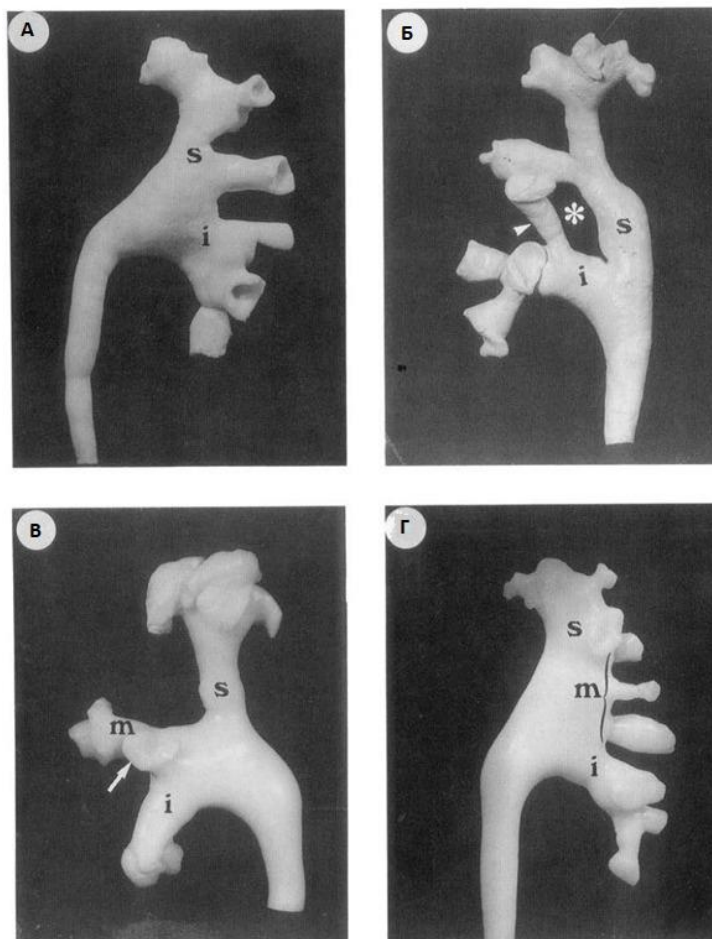
1.4.2 Роль компьютерной томографии в планировании операции

Компьютерная томография (КТ), в частности мультиспиральная КТ (МСКТ), является золотым стандартом диагностики мочекаменной болезни [13, 67, 84] и давно вытеснила экскреторную урографию [132] благодаря своей высокой информативности. Бесконтрастная МСКТ позволяет визуализировать все виды камней мочевыводящих путей, включая камни низкой плотности (уратные, ксантиновые или цистиновые), которые на обычных рентгенограммах не визуализируются [13, 30]. КТ также обеспечивает диагностику анатомических особенностей мочевыводящих путей, например, удвоение собирательной системы, что имеет значение для урологов при планировании оперативного вмешательства [94].

Хотя и размер конкремента во многих случаях влияет на выбор между активной тактикой и наблюдением, метод, используемый для оценки размера, остается нестандартизированным [133]. В основном конкременты измеряются в двух проекциях: вдоль его максимального диаметра и перпендикулярно ему, что также позволяет оценить его площадь [74].

Последние достижения в эндоурологии и интервенционной радиологии вызвали интерес к особенностям строения собирательной системы почек,

поскольку глубокое понимание анатомии необходимо для планирования и проведения вмешательств. Лоханка почки у взрослого человека расположена в ее воротах позади почечных сосудов. В почечном синусе в лоханку впадают отдельные чашечки. Форма лоханки и ее размеры сильно варьируются в том числе и между обеими почками одного человека [8, 17]. Sampraió и соавторы отмечают, что симметричное строение лоханок встречается только у 37% пациентов [105]. На основании классификации Sampraió варианты строения лоханок и чашечек подразделяются на два типа: А и В. Во всех случаях мелкие чашечки верхнего и нижнего сегментов сливаются в более крупные верхнюю и нижнюю чашечки, а разнятся лишь тип дренирования средней зоны почки. В типе А средняя зона дренируется либо через чашечки верхнего или нижнего сегментов, либо через чашечки и верхнего, и нижнего сегмента. В группе В средняя зона дренируется самостоятельно: при типе ВІ имеется отдельная чашечка, обеспечивающая отток из средней зоны, которая не связана ни с верхней, ни с нижней группами чашечек. При типе ВІІ средняя зона дренируется от одной до четырех мелких чашечек, которые впадают непосредственно в почечную лоханку. При типе АІ отток от средней зоны осуществляется в одну или обе группы чашечек (верхняя и нижняя) таким образом, что бассейны верхнего сегмента и нижнего не пересекаются во фронтальной плоскости. В типе АІІ дренаж аналогичен типу АІ, но с пересекающимися чашечками в средней зоне с формированием «чашечно-лоханочного региона» (Рисунок 1) [65].



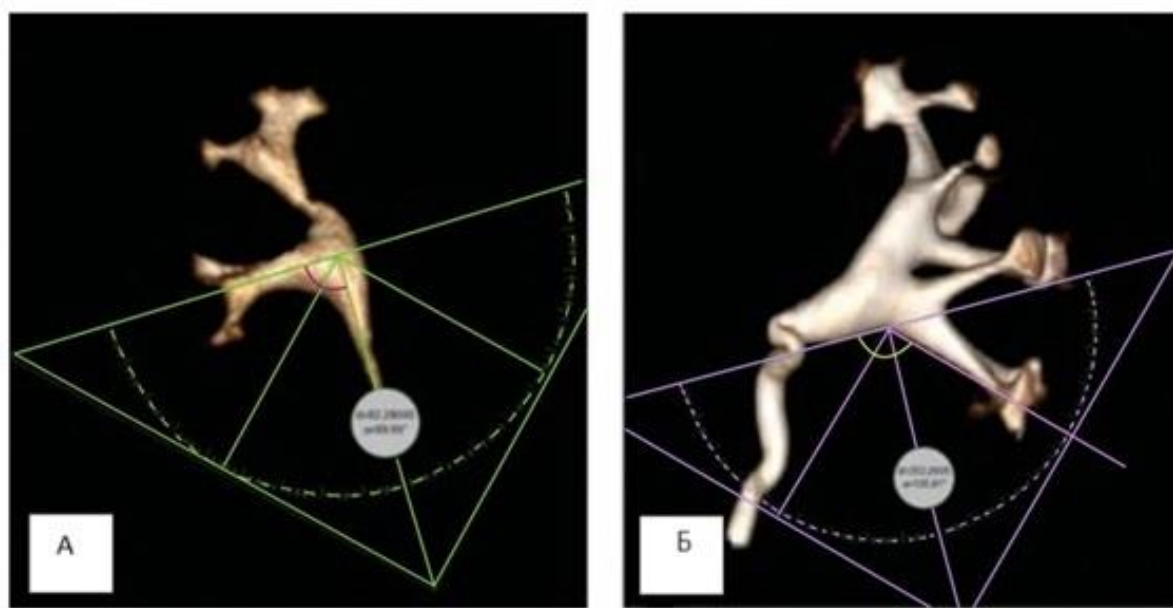
А – Тип AI: передний вид левой ЧЛС демонстрирует, что средняя зона почки (m) дренируется чашечками, относящимися к верхней (s) и нижней (i) группам чашек. Б – Тип AII: передний вид левой ЧЛС, видно, что средняя зона почки дренируется пересекающимися чашечками; *пространство между чашечками. Пересекающаяся чашечка, которая относится к нижней группе, расположена вентрально (стрелка). В – Тип BI: передний вид правой ЧЛС. Г – Тип BII: передний вид левой ЧЛС

Рисунок 1 – Общий вид четырех морфологических типов чашечно-лоханочных систем (ЧЛС)

Существует также более поздняя классификация анатомии собирательной системы почки, а именно классификация Ryoji Takazawa [114]. Хотя классификация и была разработана для эндоскопической хирургии, отечественные коллеги заключили, что при одиночных конкрементах до 2 см строение ЧЛС по Takazawa не влияло на исходы микро-ПНЛ [2].

КТ-изображения могут дать более полную информацию о строении нижнего сегмента почки, а именно о чашечно-лоханочном угле. По данным исследований [68], угол $< 90^\circ$, больший размер камней и конкременты нижних чашек

статистически значимо связаны с наличием резидуальных фрагментов при контрольной визуализации после РИРХ. Согласно методике Samraio, угол определяется между латеральным краем лоханки и нижним краем шейки нижней чашечки. Метод Elbahnasy заключается в измерении угла между пересечением уретеролоханочной оси и оси шейки (Рисунок 2) [5].



А – по Elbahnasy, Б – по Samraio

Рисунок 2 – Способы измерения шейечно-лоханочного угла

Samraio F.J. и соавторы [104] первыми описали влияние анатомии нижней группы чашек на вероятность полного избавления от камней после ДЛТ и предположили, что угол менее 90° является неблагоприятным фактором. По их данным, у 75% пациентов из группы с величиной шейечно-лоханочного угла более 90° достигнуто полное избавление от камней по сравнению с 23% пациентов с углом менее 90° . Nabi G. и соавторы [71] сравнивали значение шейечно-лоханочного угла у здоровых и носителей камней. Авторы пришли к выводу, что данный показатель является значимым фактором в развитии нефролитиаза: угол был острее на пораженной стороне в 74% случаев в сравнении с контралатеральной ЧЛС. Geavlete P. и соавторы [63] установили, что угол менее 30° является главным предиктором низкой частоты успеха при РИРХ.

Расстояние камень–кожа (Рисунок 3) как значимый для планирования лечения параметр не освещен в новейших клинических рекомендациях, но является немаловажным для прогнозирования успеха ударно-волновой литотрипсии, однако не влияет на результаты перкутанной нефролитотрипсии [107, 109, 110].

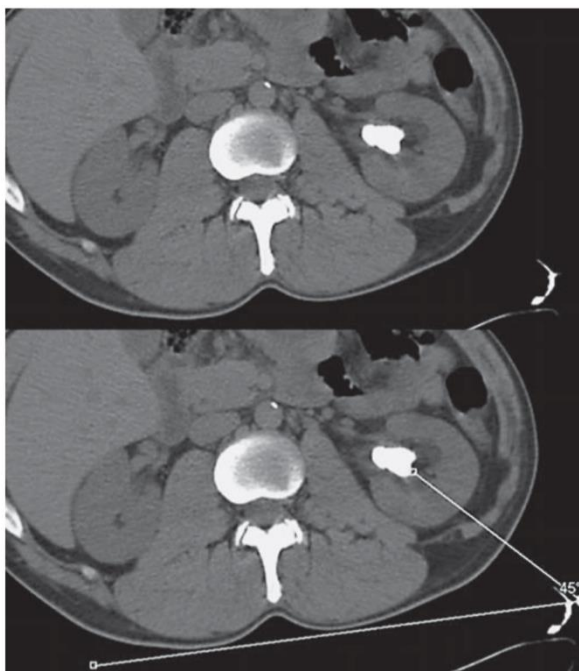


Рисунок 3 – Измерение расстояния камень–кожа под углом 45 градусов

Во многих исследованиях оценивается взаимосвязь между плотностью камня и прогнозом эффективности лечения МКБ [88]. Измерение плотности конкремента имеет особенно важную роль, когда решается вопрос о возможности проведения пациенту ДЛТ [36, 119]. Более высокая плотность конкремента, наряду с большим размером конкремента, с множественными камнями и коралловидным нефролитиазом являются предикторами резидуальных камней после минимально инвазивных ПНЛ [52].

В клинических рекомендациях размер камня отражен одной цифрой – максимальным диаметром. Важно понимать, что максимальный диаметр относится к двумерному измерению и не может в полной мере описать реальный размер камня, который является объемной (т.е. трехмерной) фигурой. Преимущества измерения объема камня перед РИРХ описаны в ряде научных работ. При анализе

118 пациентов, перенесших РИРХ, авторы обнаружили большую связь объема камня с временем операции, в то время как плотность камня, состав, факт предстентирования, возраст и пол имели меньшее влияние на продолжительность операции. Время операции увеличивается на 2 минуты каждые дополнительные 100 мм³ объема [111]. Оценка предполагаемого времени операции необходима, так как оно достоверно влияет на количество периоперационных осложнений. В работе Ying Yu и соавторов выявлена более высокая частота развития лихорадки после ПНЛ в группе пациентов, где операция продолжалась свыше 100 минут [116].

Обоснована прогностическая значимость расчета объема камня в качестве предиктора эффективности операции, помимо описанной связи между объемом камня и продолжительностью операции. При анализе 310 пациентов, перенесших РИРХ, авторы выявили достоверную связь между SFR и объемом камня ($p < 0,001$), после чего включили этот параметр в номограмму прогноза исходов РИРХ [47]. Авторы другого исследования (выборка 150 пациентов) определили достоверное влияние ряда критериев на SFR после РИРХ. В эти критерии вошел и объем камня ($p < 0,01$) вместе с длиной шейки чашечки ($p = 0,019$) и объемом лоханки ($p = 0,021$) [87]. Авторы следующей работы сравнили эффективность РИРХ и мини-ПНЛ у 515 пациентов с камнями от 10 до 20 мм с последующим анализом влияния объема камня на полученную эффективность. Количество осложнений после РИРХ было выше при объеме камня более 1064 мм³, количество повторных вмешательств было выше при объеме более 1256 мм³. Эффективность РИРХ становилась ниже при объеме камня более 1416 мм³. В группе РИРХ на каждые дополнительные 1000 мм³ эффективность операции снижалась в 2,1 раза, а вероятность повторных вмешательств увеличивалась в 2,8 раза. Основные выводы исследования: при камнях от 10 до 20 мм целесообразнее рассчитывать объем камня, а не оценивать максимальный диаметр, чтобы спрогнозировать эффективность операции; при объеме камня более 1064 мм³ вероятность достичь stone free выше для мини-ПНЛ без прироста количества осложнений [138]. Оценка прогноза эффективности операции необходима, так как позволит выбрать оптимальный метод лечения,

подобрать необходимое оборудование и при необходимости пригласить более опытного хирурга [19].

Кроме «ручного» расчета объема камня, современное оборудование позволяет сделать это на уровне программного обеспечения при выполнении КТ. Однако большинство подобных программ невозможно найти в свободном доступе, и их использование требует определенного обучения. Ряд научных групп активно развивает это направление и создает открытые, пользователь-ориентированные программы [30, 66, 77].

1.4.3 Прогностические номограммы

Прогнозирование исхода лечения занимает крайне высокое место в современной медицине. Для этого врачи используют принципы доказательной медицины, а именно прогностические модели, которые разрабатываются, используя данные лечения пациентов и называются номограммой. Номограмма – это прогностический алгоритм, который отражает вероятность развития определенного исхода, персонализированного в каждом конкретном случае [24].

Несколько номограмм было построено для предсказания эффективности РИРХ. В 2012 г. Berkan Resorlu и соавторы описали шкалу оценки SFR для РИРХ (Resorlu-Unsal Stone score, RUS) [28]. На базе анализа группы из 207 пациентов, перенесших РИРХ, авторы включили в систему оценки четыре статистически значимых фактора: размер конкремента, количество камней, аномалии почки и величину шеечно-лоханочного угла ($< 45^\circ$) при камнях нижней группы чашечек. Таким образом, пациенты ранжировались по 4 балльной шкале, где SFR составил 97,1%, 85,4%, 70%, и 27,2% при RUS-баллах 0, 1, 2 и 3, соответственно. Корреляция между баллами RUS и SFR была статистически достоверной ($p < 0,05$).

Затем, в 2014 году Jin-Woo Jung и соавторы предложили свою систему оценки сложности камней почки (Seoul National University Renal Stone Complexity, S-ReSC) и назвали ее модифицированной, так как первый вариант был разработан для ПНЛ [83]. Модифицированная шкала S-ReSC опирается главным образом на

локализацию камня, а именно на количество вовлеченных структур собирательной системы почки вне зависимости от размера и количества конкрементов. Учитываются следующие локализации: почечная лоханка (№ 1); верхняя и нижняя группы больших чашечек (большая чашечка и шейка) (№ 2–3); а также передняя и задняя малые группы чашечек верхнего (№ 4–5), среднего (№ 6–7) и нижнего сегментов (№ 8–9). Если камень находился в нижних отделах (№ 3, № 8–9), то к итоговому баллу добавлялось по одному дополнительному за каждый участок [4]. Таким образом, суммарная модифицированная оценка S-ReSC варьирует от 1 до 12 баллов (Рисунок 4).

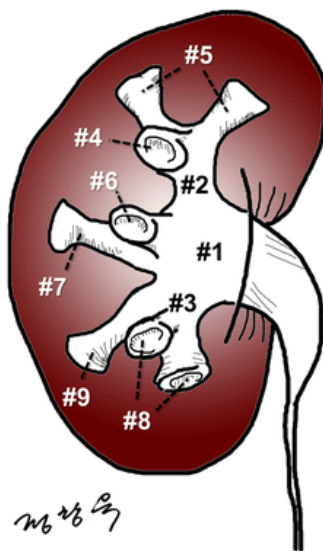


Рисунок 4 – Комплекс почечных камней Сеульского национального университета

Модифицированная оценка S-ReSC была ранжирована как низкая (1–2), средняя (3–4) или высокая (> 4) группы риска, где SFR составил 80,6%, 76,6% и 69,2%, соответственно.

В то же время была предложена шкала S.T.O.N.E. для прогноза эффективности уретероскопии, которая включает в себя КТ-характеристики [126]. Название является аббревиатурой, где S – размер камня (size), T – топография или локализация камня (topography), O – обструкция (obstruction), N – количество камней (number of stones present) и E – вычисление плотности конкремента

(evaluation of Hounsfield Units). Внутри каждой группы можно получить от одного до трех баллов за камни < 5 мм, 5–10 мм и ≥ 10 мм, соответственно. В группе топографии: 1 балл – при локализации камня в дистальной и средней третях мочеточника, 2 балла – в верхнем или среднем сегменте почки, 3 балла – когда камень находится в нижнем сегменте почки. 1 балл – при отсутствии обструкции, 2 балла – при обструкции первой и второй степени, 3 балла – за третью и четвертую степень обструкции. Количество камней оценивается следующим образом: 1 камень = 1 балл, 2 камня = 2 балла, > 2 камня = 3 балла. Наконец, плотность конкремента: < 750 HU = 1 балл, 750–1000 HU = 2 балла и > 1000 HU = 3 балла. Авторы описали тенденцию снижения SFR, описываемую логистической регрессией, с увеличением суммы баллов по шкале S.T.O.N.E ($p < 0,001$). В итоге при сумме ≤ 9 баллов можно достичь SFR $> 90\%$ с его последующим снижением на 10% при каждом увеличении суммы на один балл.

В 2015 г. коллектив авторов из Японии описал еще одну номограмму (Ito's nomogram) [47]. Были обозначены факторы, которые достоверно влияли на показатель SFR после РИРХ ($p < 0,01$): объем камня, локализация камней в нижней чашечке, наличие гидронефроза, количество конкрементов и опыт хирурга > 50 гибких уретероскопий. Общий балл номограммы (максимум 25 баллов) является суммой баллов каждого из критерия (Рисунок 5). Чем выше балл, тем выше SFR. Площадь под кривой для данной номограммы составила 0,87.

Yinglong Xiao и соавторы в 2017 году представили новую систему предварительного расчета SFR перед РИРХ (система оценки R.I.R.S.) [124]. Название, как и для предыдущей номограммы, является аббревиатурой, где R – плотность камня (renal stone density), I – камень нижней чашечки (inferior pole stone), R – длина шейки чашечки, т.е. расстояние между точкой дистального края чашечки с камнем до средней точки нижней губы лоханки (renal infundibular length, RIL) и S – размер камня (stone burden) [75].

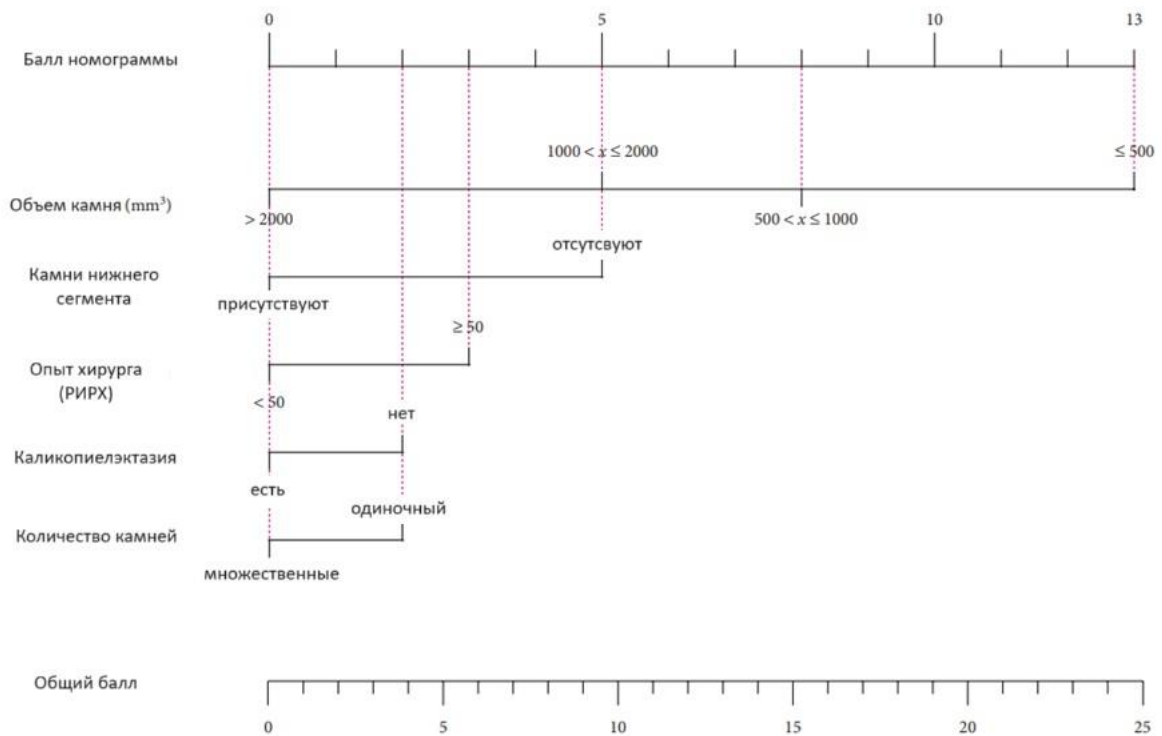


Рисунок 5 – Номограмма Ito

При плотности камня ≤ 1000 HU присваивается 1 балл; > 1000 – 2 балла. При локализации камня вне нижней чашечки – 1 балл, а если он располагается в нижней чашечке, то выставляется 2 или 3 балла, при величине шеечно-лоханочного угла $> 30^\circ$ или $\leq 30^\circ$, соответственно. 1 балл – при длине шейки чашечки от 25 мм и ниже, 2 балла – при длине более 25 мм. За размер камня присваивается от 1 до 3 баллов, когда диаметр ≤ 1 см, > 1 см и ≤ 2 см и > 2 см, соответственно. Таким образом, клинический случай может быть оценен по шкале R.I.R.S. от 4 до 10 баллов. При сумме баллов 4–5, 6–8 и 9–10 значения SFR составили 99,1%, 75,4% и 14,3%, соответственно. Значение площади под ROC-кривой для прогнозирования SFR с использованием системы R.I.R.S. составило 0,828 при контроле резидуальных фрагментов через 1 день после операции, а при контроле резидуалов через месяц – 0,904.

Существует еще несколько номограмм, которые пока не были валидированы в клинических исследованиях, например, номограмма T.O.H.O, H.L.P.E.S. или клинико-радиомическая модель [29, 86, 87]. Опубликованные в 2022 году систематический обзор и метаанализ, целью которого являлось сравнение

прогностической способности современных систем прогноза SFR при РИРХ, не выявили превосходства какой-либо из вышеприведенных номограмм [96]. Авторы метаанализа акцентируют внимание на неоднородности исследований, т.к. ряд конечных точек и исходных показателей не являются стандартизованными и рассчитываются разными центрами по-разному. Наиболее ярким примером отсутствия общепринятых стандартов является размер конкремента, который чаще всего включается как предиктор в номограммы, но при этом может быть описан в трех измерениях в мм, мм² или мм³.

Для перкутанных вмешательств первая номограмма была описана коллегами из Лондона в 2011 г. и называется оценка камней Guy's [122]. Согласно шкале, выделяют 4 уровня сложности камней почек, которые различаются по локализации конкрементов, их количеству и анатомии ЧЛС. 1 уровень – одиночный камень нижней или средней группы чашечек с простой анатомией ЧЛС; 2 уровень – одиночный камень верхней группы или множественные камни почки с простой анатомией ЧЛС или единственный камень при любой локализации с нетипичным строением ЧЛС; 3 уровень – множественные камни с аномальным строением ЧЛС или неполный коралловидный камень или камень дивертикула чашечки; IV уровень – полный коралловидный камень или пациент с камнем почки в сочетании с spina bifida или повреждением позвоночника [3] (Рисунок 6). В полученных авторами результатах описана достоверная корреляция оценки камней Guy's с состоянием, свободным от камней ($p < 0,01$).

Достаточно распространенной среди урологов номограммой является нефролитометрическая шкала S.T.O.N.E. Zhamshid Okhunov и соавторы учитывали 5 показателей (после выполнения КТ без КУ): размер камня (S – stone size), длина тракта (T – tract length), наличие обструкции (O – degree of obstruction), количество вовлеченных чашек (N – number of involved calices) и плотность камня (E – stone essence) [103]. Длину тракта описывает расстояние от кожи до камня (среднее расстояние по вертикали от центра камня до кожи в положении лежа). Длина тракта оценивалась в соответствии со средней длиной 100 мм, меньше – 1 балл, больше – 2 балла. Размер камня оценивался от 1 до 4 в соответствии с рассчитанной

площадью 0–399, 400–799, 800–1599 и 1600 мм². Отсутствие обструкции или расширение легкой степени оценивается в 1 балл, а расширение от умеренного до тяжелого – в 2 балла. Далее, если задействована только одна чашечка, присваивается 1 балл. Если поражены 2 или 3 чашечки, присваивается 2 балла. Максимальный балл 3 присваивается, если присутствует полный коралловидный камень. При плотности камня ≤ 950 HU – 1 балл, при плотности >950 HU – 2 балла. Балл по шкале может варьировать от 5 (наименее сложная ситуация) до 13 (наиболее сложная ситуация). Авторы выявили достоверную корреляцию между значением SFR и суммой баллов по шкале S.T.O.N.E. ($p = 0,001$), точность которой составила 83,1%.

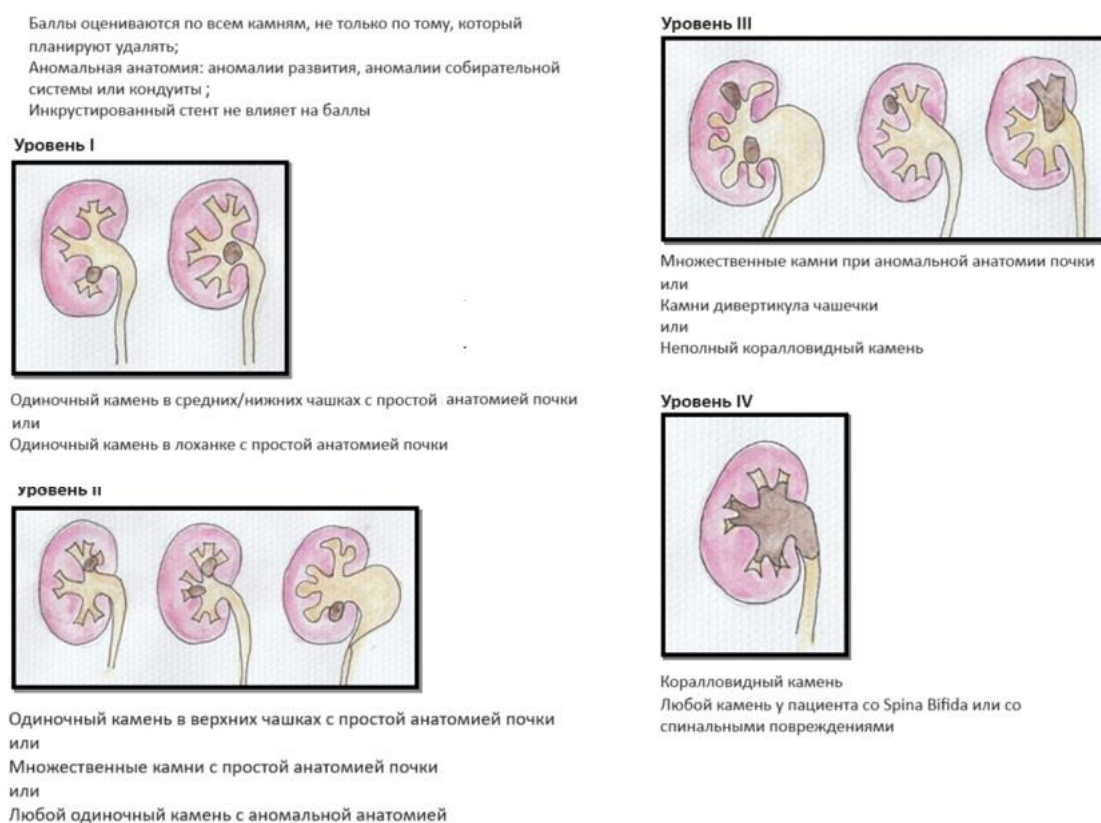


Рисунок 6 – Оценка камней Guy`s

Другой хорошо изученной номограммой является та, что представлена отделением клинических исследований Эндоурологического общества (Clinical Research Office of the Endourological Society, CROES) [27]. Эта номограмма

учитывает множество параметров: площадь камня, его локализацию, лечение в анамнезе, наличие коралловидного камня, количество камней и количество подобных операций в год на клинику. Все данные отмечаются на нефролитометрической шкале, а сумма баллов соотносится с вероятностью достижения состояния, свободного от камней (Рисунок 7). Площадь под кривой для номограммы составила 0,76, что говорит о ее достаточно высокой точности.

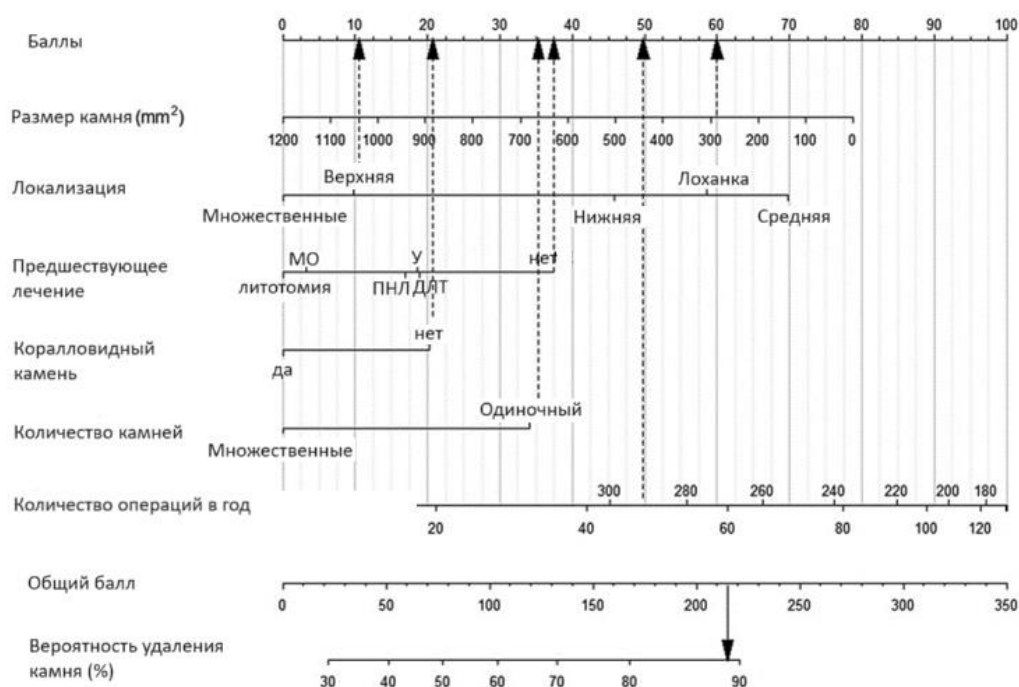


Рисунок 7 – Номограмма CROES

Следующая номограмма, заслуживающая внимания, уже упоминалась среди оценочных шкал для РИРХ – система оценки сложности камней почки (Seoul National University Renal Stone Complexity, S-ReSC) (см. рисунок 4). Первоначально она была разработана именно для ПНЛ, и единственное между ними различие в том, что в случае чрескожного доступа не прибавляется дополнительный балл при локализации камня в нижней группе чашек [106].

При сравнительном анализе всех вышеперечисленных номограмм для ПНЛ все они статистически достоверно коррелировали с SFR при однофакторном

анализе, а при многофакторном анализе значимыми оказались только системы Guy и S-ReSC [59].

Отечественными коллегами предложена система ACS для прогнозирования эффективности ПНЛ [19], которая является удобной для использования, так как опирается всего на три параметра: «острый угол» – «acute angle» (A) (камень в чашечке, что отходит под углом $\leq 45^\circ$); «осложненная чашечка» – «complicated calyx» (C) (длинная чашечка (≥ 10 мм) с узким (≤ 8 мм) перешейком); «размер» – «size» (S) (размер камня (> 24 мм)). Коллеги заключили, что при значении балла ACS = 3 вероятность достичь состояние, свободное от камней, составляет 10%, при ACS = 0% – 91%. При этом 1 и 2 балла по системе ACS не имели прогностической ценности.

Несмотря на столь немалое количество прогностических систем для оценки исхода оперативного вмешательства, они все ограничены рамками одного метода лечения. В 2022 году опубликована одна мультицентровая работа (14 центров, 2605 пациентов), где в номограмму включены виды оперативного вмешательства (ПНЛ, РИРХ и ДЛТ), которые достоверно влияли на исход лечения [69]. Таким образом, сам вид операции определенно играет роль в прогнозе для каждого конкретного пациента, но пока не существует общепризнанных прогностических моделей, которые резюмировали бы, какая именно операция позволит достичь максимального эффекта.

Таким образом, при лечении пациентов с камнями почек до 2 см эндоскопическими методами остается ряд нерешенных вопросов. Не определен наиболее эффективный метод нефролитотрипсии. Данные о безопасности также противоречивы при сравнении минимально инвазивных методов. Нет единого мнения о влиянии анатомии собирательной системы почки на эффективность нефролитотрипсии. Также не ясна целесообразность оценки объема конкремента при планировании операции. И как итог всех вышеперечисленных противоречий, не существует единого алгоритма выбора метода эндоскопической нефролитотрипсии при камнях до 2 см, которой представлял бы из себя единую модель, легко применимую в клинической практике.

ГЛАВА 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИНИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ И МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

В текущей главе изложены характеристики клинических наблюдений, результаты клинико-лабораторных и инструментальных исследований в периоперационном периоде. Представлены технические особенности применявшихся методов лечения нефролитиаза.

2.1 Общая характеристика клинических наблюдений

Данная работа выполнена на базе двух клинических центров с октября 2020 года по декабрь 2022 года: Медицинского научно-образовательного центра при кафедре урологии и андрологии факультета фундаментальной медицины Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова и Санкт-Петербургского государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Клиническая больница Святителя Луки».

Психически и соматически здоровым пациентам старше 18 лет, с камнями почек общим размером не более 2 см, имеющим показания к оперативному лечению выполнялось одно из следующих минимально инвазивных вмешательств: ретроградная интратеренальная хирургия, мини-перкутанная нефролитотомия и микроперкутанная нефролитотомия. Набор пациентов в группы являлся проспективным, нерандомизированным, по результатам лечения выполнен сравнительный анализ безопасности и эффективности проведенных вмешательств. Все пациенты были информированы об участии в исследовании, подписав согласие, где в полной мере описаны применяемые методы лечения и диагностики, а также возможные осложнения.

Всего в рамках текущей диссертационной работы был включен в исследование 91 пациент с камнями почек до 2 см, всем пациентам выполнена эндоскопическая минимально инвазивная нефролитотрипсия.

Распределение пациентов, включенных в исследование, относительно гендерной принадлежности представлено в Таблице 3.

Таблица 3 – Распределение пациентов по полу

Пол	Количество	Процент
женский	43	47,3%
мужской	48	52,7%
Итого	91	100%

Из таблицы 3 следует, что в исследование были включены 43 женщины и 48 мужчин, что составило 47,3% и 52,7% от общего числа, соответственно.

Распределение пациентов по гендерному признаку в зависимости от вида эндоскопической нефролитотрипсии представлено в Таблице 4.

Таблица 4 – Распределение пациентов по гендеру в зависимости от вида оперативного вмешательства

Пол		Вид вмешательства			Итого
		РИРХ	мини-ПНЛ	микро-ПНЛ	
женский	количество	14	7	22	43
	%	46,7%	21,9%	75,9%	47,3%
мужской	количество	16	25	7	48
	%	53,3%	78,1%	24,1%	52,7%
Итого	количество	30	32	29	91
	%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Исходя из таблицы 4, РИРХ выполнено 14 женщинам и 16 мужчинам, что соответствовало 46,7% и 53,3% от числа пациентов в данной группе. Мини-ПНЛ выполнено 7 женщинам (21,9%) и 25 мужчинам (78,1%), а микро-ПНЛ выполнено 22 женщинам (75,9%) и 7 мужчинам (24,1%).

Распределение больных по возрасту представлено в Таблице 5.

Таблица 5 – Распределение пациентов по возрастным группам

Возрастные группы (годы)	Количество	Процент (%)
<29	12	13,2
30-39	18	19,8
40-49	18	19,8
50-59	23	25,3
>60	20	21,9
Итого	91	100,0

Исходя из таблицы 5, меньшее количество случаев было в группе ≤ 29 лет, а именно 12 пациентов (13,2%). В возрастных группах 30–39 и 40–49 наблюдалось одинаковое количество пациентов – 18, что суммарно соответствовало 39,6%. Наибольшее количество пациентов наблюдалось в группе 50–59 лет, 23 человека (25,3%). 20 человек (21,9%) было в самой старшей возрастной группе (старше 60 лет).

Распределение пациентов, перенесших минимально инвазивную эндоскопическую нефролитотрипсию, в зависимости от возрастной группы представлено в Таблице 6.

Таблица 6 – Распределение пациентов по возрасту относительно вида нефролитотрипсии

			Вид нефролитотрипсии			Итого
			РИРХ	мини-ПНЛ	микро-ПНЛ	
Возрастная группа (лет)	<29	Кол-во	6	4	4	12
		%	20	12,5	13,8	13,2
	30-39	Кол-во	7	5	6	18
		%	23,3	15,6	20,7	19,8
	40-49	Кол-во	6	8	3	18
		%	20	25	10,3	19,8
	50-59	Кол-во	6	8	8	23
		%	20	25	27,6	25,3
	>60	Кол-во	5	7	8	20
		%	16,7	21,9	27,6	21,9
Итого		Кол-во	30	32	29	91
		%	100	100	100	100

Исходя из данных, представленных в таблице 6, наблюдается тенденция использования мини-ПНЛ в трех наиболее старших возрастных группах (старше 40), чуть реже мини-ПНЛ наблюдается в группе 30–39 лет, и реже всего – в группе < 29.

Чаще всего РИРХ выполнялось в возрасте от 30 до 39 лет, далее в одинаковой пропорции возрастных группах < 29, 40–49 и 50–59 и реже всего в последней возрастной группе > 60 лет.

Микро-ПНЛ с одинаковой частотой чаще выполнялось в двух наиболее старших возрастных группах (50–59 и > 60). Далее с разницей в одного пациента по частоте выполнения микро-ПНЛ выполнялся в группах 30–39 и < 29 и реже всего в средней возрастной группе от 40 до 49 лет.

По итогам проведенного анализа компьютерных томографий пациентов, включенных в исследование, участники были разделены на две группы по размерам камней (по максимальному диаметру): до 10 мм включительно – 33 (36,3%), от 11 до 20 мм – 58 (63,7%) среди всех наблюдений, что отражено в Таблице 7.

Таблица 7 – Распределение пациентов по максимальному диаметру камня относительно вида нефролитотрипсии

			Вид нефролитотрипсии			Итого
			РИРХ	мини-ПНЛ	микро-ПНЛ	
Размер камня (мм)	≤ 10	Кол-во	10	14	9	33
		%	33,3	43,8	31	36,3
	11–20	Кол-во	20	18	20	58
		%	66,7	56,3	69	63,7
Итого		Кол-во	30	32	29	91
		%	100	100	100	100

Исходя из распределения по размеру камня, выраженному максимальным диаметром, больше, чем в половине случаев, максимальный диаметр составлял от 11 мм до 20 мм, как относительно всей выборки, так и «внутри» каждого метода нефролитотрипсии.

В исследование включались пациенты не только с одиночным камнем почки, но также с двумя и более. Среди всех пациентов в 32 случаях было два и более конкремента, а с одиночным камнем было 59 пациентов. Пациентам с двумя и более конкрементами чаще выполнялась мини-ПНЛ (53,9% от всех пациентов с множественными камнями).

По локализации конкрементов выделено три группы: 1 – камни лоханки, верхней и средней групп чашечек, 2 – камни нижней группы чашечек, 3 – камни нижней группы чашечек в сочетании с камнями остальных локализаций. Распределение конкрементов по их локализации в каждой группе того или иного вида эндоскопической нефролитотрипсии представлено в Таблице 8.

Таблица 8 – Распределение пациентов по локализации конкремента относительно вида нефролитотрипсии

		Вид нефролитотрипсии			Итого
		РИРХ	мини-ПНЛ	микро-ПНЛ	
верхняя и средняя чашечки, лоханка	Кол-во	16	14	16	46
нижняя чашечка	Кол-во	10	7	7	24
верхняя, средняя чашечки и лоханка + нижняя чашечка	Кол-во	4	11	6	21
Итого	Кол-во	30	32	29	91

Исходя из данных, представленных в таблице 8, больше, чем в половине всех наблюдений, конкремент локализовался в верхней и средней группе чашечек либо в лоханке ($n = 46$). Данная тенденция отмечена и в группах РИРХ ($n = 16$), и микро-ПНЛ ($n = 16$). Локализация конкремента в нижней чашечке чаще наблюдалась среди пациентов, перенесших РИРХ, практически в половине случаев среди камней всех групп (10 из 24).

В анамнезе у 32 пациентов из 91, т.е. в 35,2% случаев, на стороне нефролитотрипсии был эпизод удаления камней.

Всем пациентам, включенным в исследование, определена анатомия ЧЛС по классификации Samprao. Распределение пациентов по типу строения ЧЛС в зависимости от типа нефролитотрипсии представлено в Таблице 9.

Таблица 9 – Распределение пациентов по типу строения ЧЛС относительно вида нефролитотрипсии

		Вид нефролитотрипсии			Итого
		РИРХ	мини-ПНЛ	микро-ПНЛ	
тип AI	Кол-во	7	8	12	27
тип AII	Кол-во	8	10	8	26
тип BI	Кол-во	10	7	6	23
тип BII	Кол-во	5	7	3	15
Итого	Кол-во	30	32	29	91

Исходя из данных, представленных в таблице 9, среди всех пациентов в целом чаще встречался тип AI и AII ($n = 27$, $n = 26$), а реже всего встречался тип BII ($n = 15$). Тип B во всех группах эндоскопической нефролитотрипсии наблюдался реже, чем тип A.

2.2 Дизайн исследования

Критерии включения в исследование: совершеннолетние пациенты с установленным по результатам КТ диагнозом мочекаменная болезнь, камни почек средних и мелких размеров (до 2 см), которым показано оперативное лечение. Показания к операции определялись согласно действующим клиническим рекомендациям.

Клинические проявления МКБ распределялись следующим образом: боль в поясничной области – 52 пациента, сочетание боли в поясничной области с гематурией – 11 пациентов, отсутствие какой-либо симптоматики – 10 пациентов, изолированная гематурия – 7 пациентов, рецидивирующие инфекции ВМП – 6 пациентов, комбинация боли в поясничной области с рецидивирующими инфекциями ВМП – 5 пациентов.

Дизайн исследования представлен на Рисунке 8.

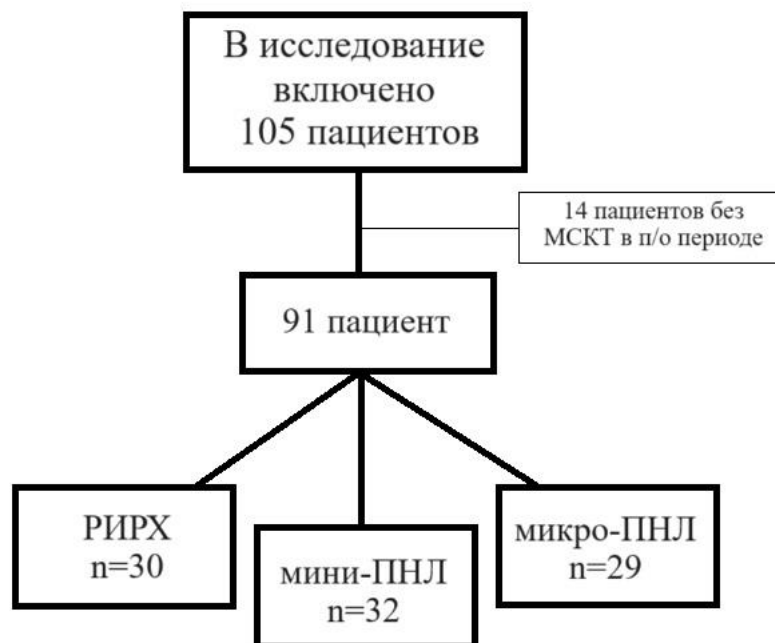


Рисунок 8 – Дизайн исследования

Критерии невключения в исследование: несоответствие критериям включения, инфекция мочевых путей в стадии обострения, аномалии развития мочевых путей, наличие реконструктивных операций на органах мочевыделительной системы в анамнезе, наличие соматических заболеваний в стадии обострения и декомпенсации, онкологические заболевания.

Критерии исключения: отсутствие выполненной КТ после операции, отказ пациента от участия в исследовании.

Из 105 пациентов, перенесших минимально инвазивную нефролитотрипсию по поводу камней почки до 2 см, 14 пациентов было исключено из исследования в связи с тем, что у них не было выполнено КТ в послеоперационном периоде для оценки наличия резидуальных фрагментов.

2.3 Методы исследования

Все пациенты с нефролитиазом обследовались по комплексной программе, включающую в себя сбор жалоб и анамнеза, оценку объективного статуса пациента и физикальный осмотр. Также проводилась лабораторная и инструментальная диагностика согласно поставленным задачам диссертационной работы и национальным рекомендациями по лечению МКБ 2020 г.

Оценивались клинический и биохимический анализы крови из лабораторных методов обследования в динамике до и после операции, показатели гемостаза. Также, проводилось всем пациентам бактериологическое исследование мочи с определением уровня бактериурии, вида возбудителя и его антибиотикочувствительности.

Из методов лучевой диагностики проводилось УЗ исследование органов выделительной системы (почек и мочевого пузыря) и мультиспиральная компьютерная томография. Для первичной диагностики сопутствующих заболеваний всем пациентам выполнено рентгенологическое исследование органов грудной полости. Ультразвуковое исследование проводилось на аппаратах экспертного класса: Toshiba Aplio TUS-A 500/T1, Toshiba Aplio MX, ESAOTE My Lab 70, Philips Ultrasound IU22, GE Logiq S8. При этом акцентировали внимание на структурные особенности паренхимы почек, локализацию конкрементов и их количество, наличие пиелокаликоектазии. Особое внимание уделялось топографическому взаимоотношению почки с другими анатомическими структурами с целью минимизации возможных осложнений при формировании доступа при ПНЛ. Все ультразвуковые исследования проводились конвексным датчиком с частотой генерации ультразвуковых волн 3,5 мГц и возможностью цветного доплеровского картирования.

Мультиспиральная компьютерная томография выполнялась на аппаратах Aquilion Prime SP (Япония), SIEMENS SOMATOM AR SP (Германия). Для контрастирования применяли 80–120 мл неионного контрастного препарата с содержанием йода 300–370 мг/мл, вводимого в/в, болюсно (омнипак, ультравист,

визипак) со скоростью введения 3–4 мл/с. Изучались 4 фазы контрастирования: нативное исследование, артериальная, венозная и отсроченная фазы. В работе оценивались следующие анатомические параметры почки: тип строения ЧЛС по классификации Sampaio и величина шеечно-лоханочного угла двумя способами: между латеральным краем лоханки и нижним краем шейки нижней чашечки (по Sampaio) и между пересечением уретеролоханочной оси и оси шейки (по Elbahnasy). Оценка всех вышеперечисленных параметров выполнена в программе Radiant DICOM viewer после построения 3D-модели ЧЛС (Рисунок 9).



Рисунок 9 – Пример построения 3D-модели ЧЛС правой почки

Размер камня оценивался тремя характеристиками: максимальный диаметр, площадь поверхности и объем камня. Размеры рассчитывались при минимальной толщине срезов (1 мм). Для расчета объема камня использовалась формула неравностороннего эллипсоида ($\pi * a * b * c * 0.167$). Плотность конкремента оценивалась как среднее между максимальной и минимальной плотностью конкремента.

2.4 Методика оперативного лечения

Все используемые в текущей научной работе методы эндоскопической нефролитотрипсии выполнены с применением рентгеноскопического контроля и под эндотрахеальным наркозом.

У пациентов, перенесших перкутанную нефролитотрипсию, первым этапом выполнялась уретроцистоскопия, установка наружного мочеточникового катетера под рентгеноскопией на стороне планируемого вмешательства. В завершение первого этапа мочевой пузырь дренировался уретральным катетером Фолея, к которому фиксировался наружный мочеточниковый катетер. Все микро-ПНЛ и мини-ПНЛ выполнялись в положении на спине (Рисунок 10). У всех пациентов, перенесших перкутанную нефролитотрипсию, камень удалялся из одиночного доступа.



Рисунок 10 – Укладка пациента для ПНЛ

Следующим этапом осуществлялся доступ в полостную систему почки. Пункция проводилась под ультразвуковым наведением на аппарате Samsung HS40 с использованием конвексного датчика (частотой 3,5 МГц) и под

рентгеноскопическим контролем после ретроградного введения 40% раствора урографина по мочеточниковому катетеру (Рисунки 11–12).



Рисунок 11 – УЗ-навигация при пункции ЧЛС



Рисунок 12 – ЭОП-навигация при пункции ЧЛС

Выбор чашечки для пункции персонифицирован в каждом конкретном случае и планируется на дооперационном этапе.

В случае микро-ПНЛ пункция ЧЛС выполнялась «всевидающей» иглой (all-seeing needle) из системы для микро-ПНЛ (MicroPerc, PolyDiagnost) с последующим бужированием хода до 8 Ch. В случае мини-ПНЛ доступ осуществлялся пункционной иглой 18 G с последующим одномоментным или

позапным бужированием хода по жесткой струне до 16 Ch. Для проведения мини-нефроскопа 15 Ch (Olympus) устанавливался металлический кожух с наружным диаметром 16,5/17,5 Ch. После чего выполнялась нефролитотрипсия с применением тулиевого волоконного лазера FiberLase U2 с максимальной средней мощностью 40 Вт [7]. Диаметр волокна в случае микро-ПНЛ – 200 мкм, в случаях мини-ПНЛ – 400 мкм. Литотрипсия выполнялась в режимах фрагментации (1–3 Дж / 10–20 Вт) и дробления «в пыль» (0,2–0,5 Дж / 10–20 Вт). Результат дробления эвакуировался пассивно по наружному тубусу нефроскопа или по мочеточниковому катетеру, либо в случае мини-ПНЛ с помощью гибких щипцов. Решение об установке нефростомического дренажа в конце операции принималось в зависимости от интенсивности геморагии.

РИРХ выполнялось в литотомическом положении пациента. После чего по гидрофильному проводнику (диаметр – 0,36 мм) проводилась ригидная уретероскопия (7 Ch) под рентгеноскопическим контролем. Предстентирование выполнено 21 больному из 30. По проводнику устанавливался мочеточниковый кожух (10/12 Ch или 11/13 Ch), проксимальный конец которого устанавливался ниже лоханочно-мочеточникового сегмента. Далее по нему заводился одноразовый гибкий уретеронефроскоп (Рисунок 13).

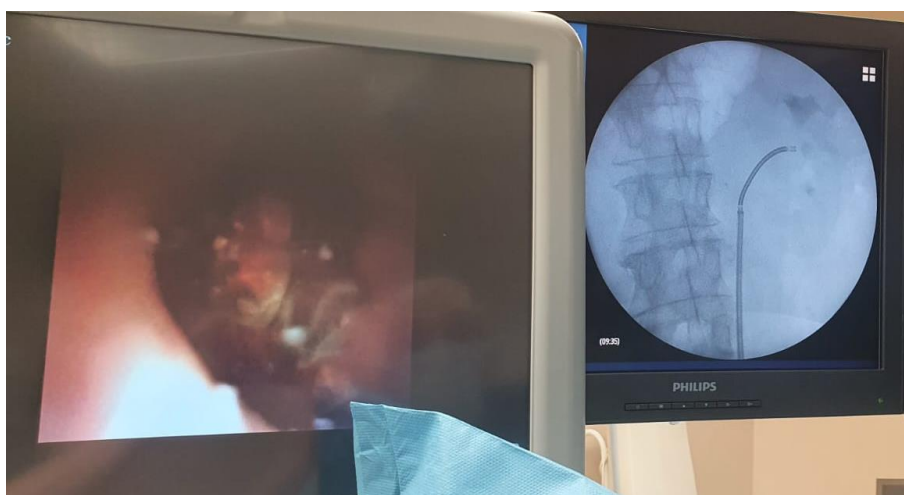


Рисунок 13 – Эндоскопическая и рентгенологическая картины при РИРХ

У 6 из 9 пациентов, которым не выполнялось предстентирование, не удалось установить мочеточниковый кожух. Этим пациентам гибкий уретеронефроскоп заводился до ЧЛС по проводнику. Далее выполнялась нефролитотрипсия с применением тулиевого волоконного лазера FiberLase U2 с максимальной средней мощностью 40 Вт с использованием вышеуказанных настроек режимов. Для РИРХ использовалось волокно диаметром 200 мкм. Ирригация осуществлялась с использованием ручной помпы. В конце операции выполнялась установка внутреннего мочеточникового стента или мочеточникового катетера, в зависимости от результатов финальной уретероскопии. Краткое описание применяемых методов минимально инвазивной нефролитотрипсии представлены в Таблице 10.

Таблица 10 – Сводная таблица методов минимально инвазивной нефролитотрипсии

	Мини-ПНЛ	Микро-ПНЛ	РИРХ
Вид ретроградной катетеризации	Однопетлевой мочеточниковый катетер с наружным выводением 7 Ch	Однопетлевой мочеточниковый катетер с наружным выводением 8 Ch	Мочеточниковый кожух 11/13 Ch, гидрофильный проводник
Формирование нефростомического хода	Пункционная игла, жесткий проводник, металлические буж и кожух 16,5/17,5 Ch	Всевидающая игла системы MicroPerc с тубусом до 8 Ch	-
Литотрипсия	Лазерная. Волокно 400 МКМ	Лазерная. Волокно 200 МКМ	Лазерная. Волокно 200 МКМ
Эвакуация фрагментов	Безинструментальное удаление фрагментов (пассивный ток ирригационной жидкости), гибкие щипцы	Безинструментальное удаление фрагментов (пассивный ток ирригационной жидкости)	Безинструментальное удаление фрагментов (пассивный ток ирригационной жидкости), литоэкстракторы по типу корзинок
Завершение операции	Безнефростомное, нефростомия	Безнефростомное, нефростомия	Стент, мочеточниковый катетер

2.5 Методы послеоперационной оценки

Для проведения сравнительной оценки мини-ПНЛ, микро-ПНЛ и РИРХ определены следующие критерии эффективности и безопасности выполненных пособий:

- частота излечения пациента от камня или SFR;
- наличие резидуальных камней ≤ 2 мм;
- дренирование после операции;
- количество повторных вмешательств;
- наличие или отсутствие интра-/послеоперационных осложнений по классификации Clavien-Dindo;
- длительность операции;
- продолжительность госпитализации;
- оценка уровня гемоглобина в крови до операции и в первые сутки после операции.

2.6 Статистический анализ

Все данные анамнеза, данные обследований, интра-/послеоперационные характеристики пациентов были ретроспективно подвергнуты статистическому анализу с помощью программного обеспечения SPSS версия 20.0 (IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows®, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.).

Тестом Шапиро-Уилка оценивалась нормальность распределения. Для описания категориальных данных считались абсолютные частоты и проценты от общего количества наблюдений. Количественные данные представлены как медиана и межквартильный размах. Различия характеристик пациентов и периоперационных факторов были проанализированы с использованием непараметрического критерия Краскела-Уоллиса. При обнаружении статистически значимых различий между группами дополнительно выполнялось попарное

сравнение совокупностей с использованием апостериорного критерия Данна. При анализе факторов, влияющих на SFR, были использованы U-критерий Манна-Уитни и хи-квадрат для количественных и номинальных данных, соответственно. Во всех статистических исследованиях значения с $p < 0,05$ рассматривались как статистически значимые. Для оценки связи между временем операции и такими параметрами, как максимальный диаметр, площадь поверхности и объем камня, был применен метод ранговой корреляция Спирмена (r).

Разработка предиктивной модели

С целью прогнозирования исходов минимально инвазивной эндоскопической нефролитотрипсии были разработаны прогностические инструменты на основании современных методов машинного обучения: логистическая регрессия и алгоритм на основе дерева решений. Для выявления предикторов эффективности нефролитотрипсии все пациенты были разделены на две группы: где достигнуто состояние свободное от камней и где оно достигнуто не было. В качестве предикторов, участвовавших в разработке прогностических моделей, использовались клинические и инструментальные данные со статистически значимыми различиями (показатели с $p < 0,05$). Также были включены клинически значимые предикторы. Для каждой прогностической модели были оценены такие показатели информативности и качества, как чувствительность (Se), специфичность (Sp), точность, предсказательная ценность отрицательного и положительного результатов (NPV и PPV). Для описания клинической значимости разработанных моделей использовали площадь под ROC-кривой – ROC-AUC (area under curve). При величине AUC, равной 1, прогноз расценивается как абсолютный, а если параметр $AUC < 0,75$, то модель считается низкого качества. Значение 0,5 равнозначно случайному выбору. Дерево решений было построено методами машинного обучения. Правила для данной модели генерируются с помощью обобщения множества отдельных наблюдений (обучающих примеров). Дерево строится по принципу максимизации прироста информации, когда на каждом шаге выбирается тот признак, при разделении по которому прирост информации оказывается наибольшим. Для оценки

оптимального порогового значения использовался индекс Юдена. Полученные при построении дерева узлы расценивались как пороговые значения, которые являются критическими для прогнозирования исхода лечения.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Сравнительная оценка эффективности мини-перкутанной нефролитотрипсии, микро-перкутанной нефролитотрипсии и ретроградной интратрениальной хирургии

Выбор метода удаления камня почки является дискуссионным в связи с большим количеством методов нефролитотрипсии. В нашем исследовании выполнена оценка эффективности и безопасности лечения 91 пациента с камнями почек до 2 см методами минимально инвазивной нефролитотрипсии с последующим сравнительным анализом групп. Перед выбором того или иного метода операции хирург смотрит на характеристики конкремента (размер, плотность и локализация), анатомические особенности почки (строение ЧЛС, наличие/отсутствие гидронефроза), параметры самого пациента (пол, возраст, ИМТ, наличие/отсутствие симптомов МКБ, предшествующие операции по удалению камней, результаты посева мочи). По такому же принципу мы проанализировали различия по вышеперечисленным параметрам, после чего они были подвергнуты сравнению в зависимости от метода нефролитотрипсии. Далее рассчитан показатель SFR во всех группах нефролитотрипсии и выполнен анализ оцениваемых параметров, влияющих на наличие резидуальных фрагментов.

3.1.1 Характеристики конкремента

Сравнительная характеристика пациентов по размерам камня в зависимости от метода нефролитотрипсии представлена в Таблице 11 и на Рисунке 14. Для описания размеров камня, кроме общепризнанного и широко используемого в клинических рекомендациях различных ассоциаций, мы рассчитывали площадь поверхности камня и объем (по формуле объема неравностороннего эллипсоида).

Таблица 11 – Размер камня при различных методах нефролитотрипсии

Размер камня		Вид вмешательства			p-value
		РИРХ	мини-ПНЛ	микро-ПНЛ	
Максимальный диаметр	Me (Q25;Q75)	11,5 (10,0;12,8)	11,5 (9,0;18,8)	13,5 (10,2;14,0)	>0,05
Площадь поверхности	Me (Q25;Q75)	67,5 (49,5;94,2)	82,1 (49,7;221,3)	92,7 (57,5;119,4)	>0,05
Объем	Me (Q25;Q75)	416,8 (244,3;565,5)	478,3 (210,5;2289,6)	685,4 (355,3;932,5)	>0,05

Из таблицы следует, что по размерам конкремента группы статистически достоверно не различались между собой. При этом медиана максимального диаметра, площади поверхности и объема камня была выше в группе микро-ПНЛ 13,5 мм, 92,7 мм² и 685,4 мм³, соответственно. Наименьшая медиана размеров наблюдалась в группе РИРХ и составила 11,5 мм для максимального диаметра, 67,5 мм² и 416 мм³ для площади поверхности и объема камня, соответственно.



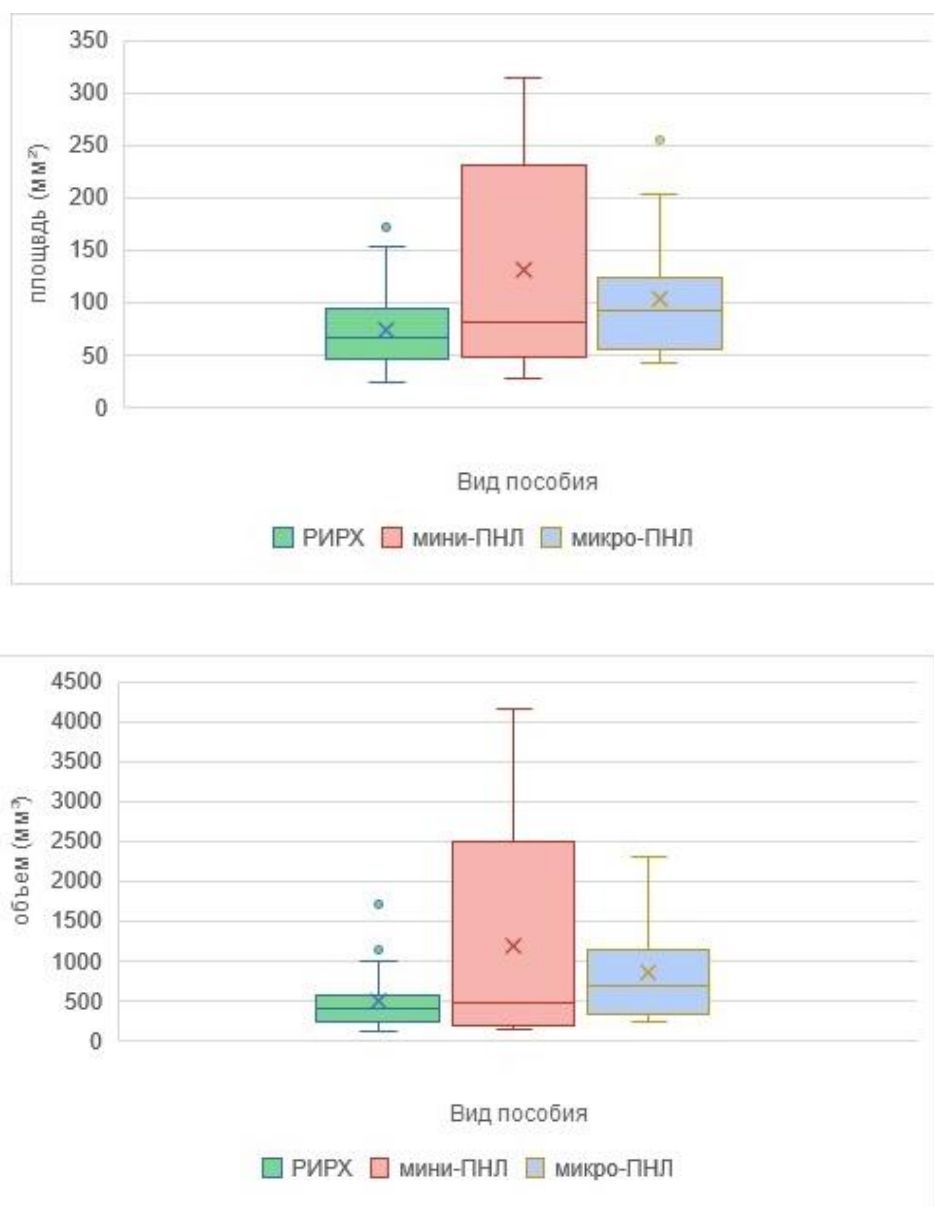


Рисунок 14 – Медиана размеров камня при РИРХ, мини-ПНЛ, микро-ПНЛ

Другой характеристикой конкремента, влияющей на выбор тактики лечения пациента с МКБ, является плотность. Показатели плотности камня в различных группах нефролитотрипсии приведены в Таблице 12 и на Рисунке 15.

Таблица 12 – Плотность камня при различных методах нефролитотрипсии

Плотность камня (НУ)	Вид вмешательства			p-value
	РИРХ	мини-ПНЛ	микро-ПНЛ	
Me (Q25;Q75)	1126,5 (850,0;1200,0)	1138,0 (945,5;1352,5)	1000.0 (655,0;1147,5)	>0,05

Из таблицы следует, что по плотности конкремента группы статистически не различались между собой. При этом медиана плотности была выше в группе мини-ПНЛ и составила 1138,0 HU. Наименьшая медиана плотности равнялась 1000,0 HU и наблюдалась в группе микро-ПНЛ.

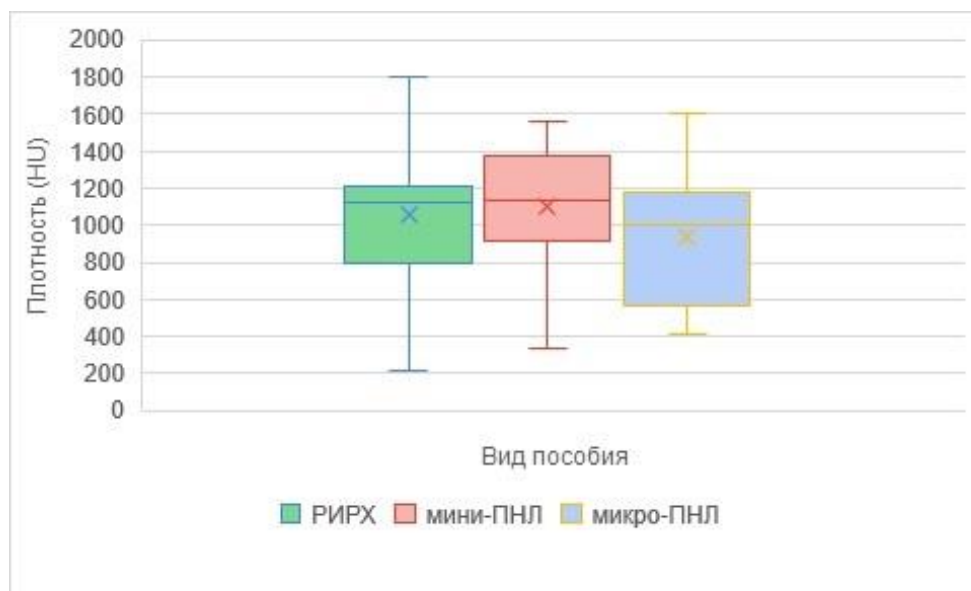


Рисунок 15 – Медиана плотности камня при РИРХ, мини-ПНЛ, микро-ПНЛ

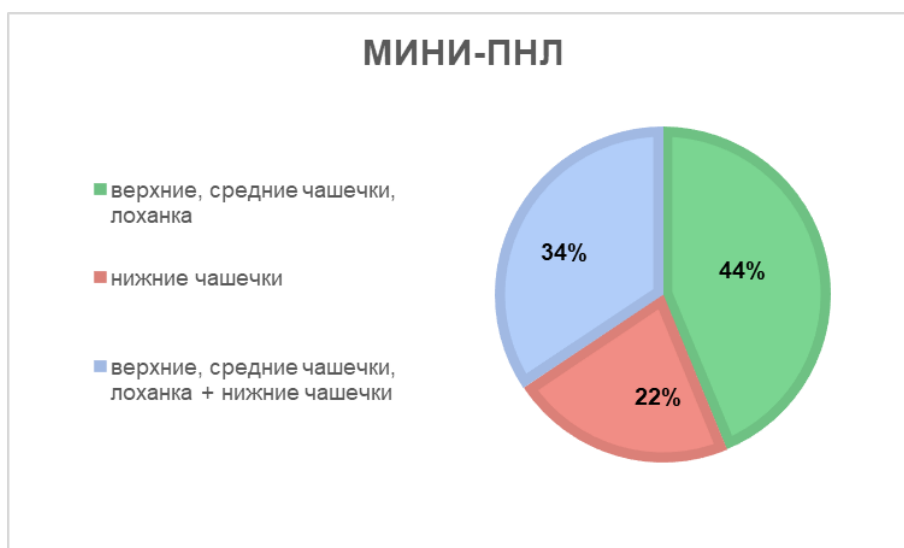
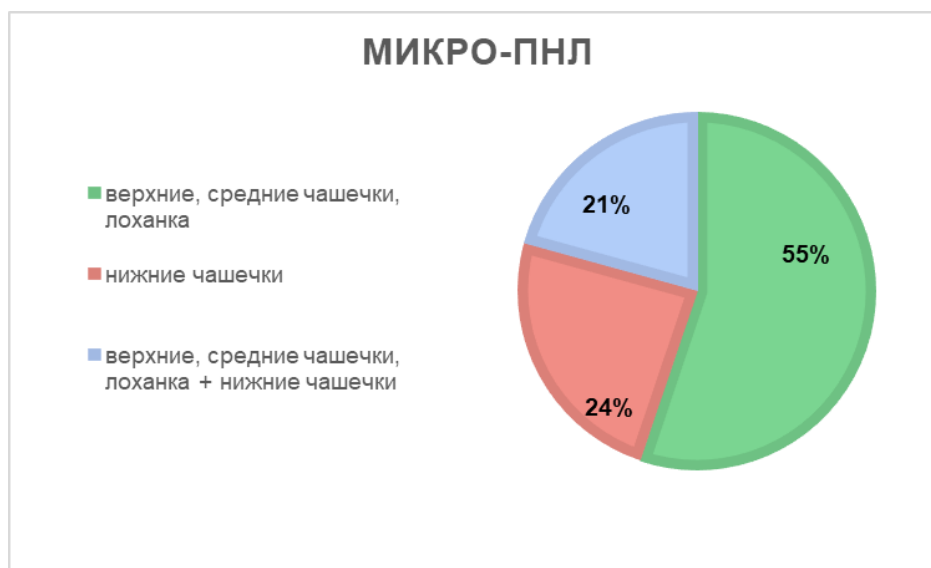
В существующих клинических рекомендациях камни почки классифицируются по локализации как камень нижней группы чашечек и камень остальных локализаций (верхняя и средняя группа чашечек, лоханка). В зависимости от их локализации в сочетании с размером камня (> 2 см или < 2 см) рекомендованы разные виды активной тактики. Распределение камней по локализации в зависимости от вида нефролитотрипсии отражено в Таблице 13 и Рисунке 16.

Таблица 13 – Локализация камней при различных видах нефролитотрипсии

		Вид нефролитотрипсии			Итого	p-value
		РИРХ	мини-ПНЛ	микро-ПНЛ		
верхняя и средняя чашечки, лоханка	Кол-во	16	14	16	46	$>0,05$
	%	53,4	43,7	55,2	50,5	

Продолжение Таблицы 13

нижняя чашечка	Кол-во	10	7	7	24	>0,05
	%	33,3	21,9	24,1	26,4	
верхняя, средняя чашечки и лоханка, нижняя чашечка	Кол-во	4	11	6	21	>0,05
	%	13,3	34,4	20,7	23,1	



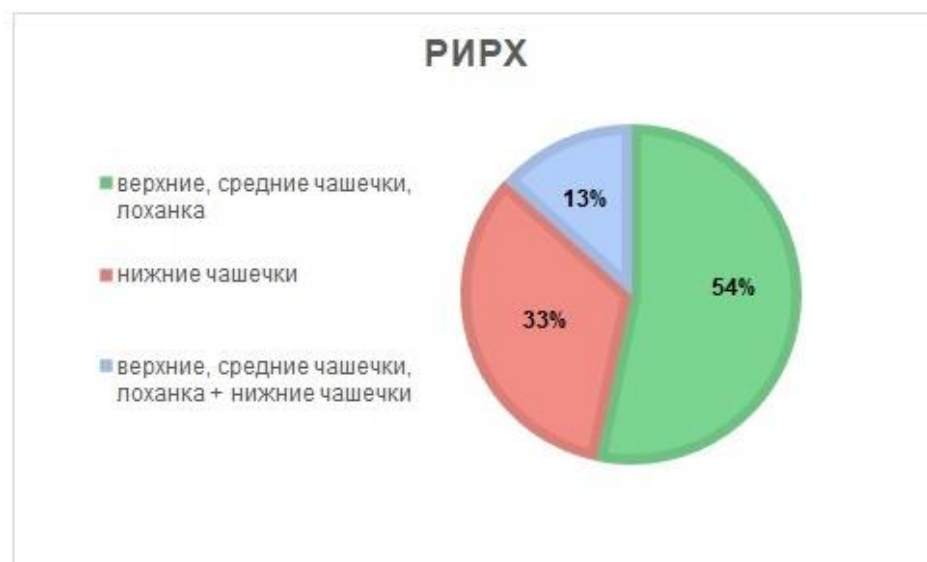


Рисунок 16 – Процент распределения камней по локализации при РИРХ, мини-ПНЛ, микро-ПНЛ

В половине случаев конкременты локализовались в верхней и средней группе чашечек либо в лоханке (50,5%) среди всех пациентов. Аналогичная тенденция была отмечена, в частности, для группы РИРХ (53,4%) и группы микро-ПНЛ (55,2%). В группе РИРХ камень находился в нижней чашечке чаще, чем в остальных группах, а именно в 41,7% случаев от камней нижних чашечек среди всех групп.

Таким образом, по характеристикам конкремента, а именно по размерам, по плотности и локализации группы РИРХ, мини-ПНЛ и микро-ПНЛ статистически достоверно не различались между собой.

3.1.2 Анатомия почки

Одним из критериев, оцениваемых перед оперативным вмешательством, является строение ЧЛС по классификации Samraio. Типы строения ЧЛС отражены в Таблице 14 и на Рисунке 17.

Таблица 14 – Строение ЧЛС в зависимости от вида нефролитотрипсии

		Вид нефролитотрипсии			Всего	p-value
		РИРХ	мини-ПНЛ	микро-ПНЛ		
тип AI	Кол-во	7	8	12	27	=0,037
	%	23,3	25	41,4	29,7	
тип AII	Кол-во	8	10	8	26	>0,05
	%	26,7	31,2	27,6	28,5	
тип BI	Кол-во	10	7	6	23	>0,05
	%	33,3	21,9	20,7	25,3	
тип BII	Кол-во	5	7	3	15	>0,05
	%	16,7	21,9	10,3	16,5	
Итого	Кол-во	30	32	29	91	>0,05
	%	100	100	100	100	

В группах РИРХ, мини-ПНЛ и микро-ПНЛ чаще встречались типы BI (33,3%), AII (31,2%) и AI (41,4%), соответственно. Тип BII среди всех методов нефролитотрипсий чаще наблюдался в группе мини-ПНЛ (21,9%). При анализе всех пациентов, включенных в исследование, чаще всего наблюдался тип AI (29,7%), реже всего – тип BII (16,5%). В группах РИРХ и микро-ПНЛ реже всего встречались тип BII – в 16,7% и 10,3% случаев, соответственно. В группе мини-ПНЛ реже всего наблюдались пациенты с типами ЧЛС BI и BII, по 21,9%.

Другим анатомическим критерием почки, который был оценен в текущей работе, является шеечно-лоханочный угол. Во всех группах величина этого угла измерялась двумя способами: между латеральным краем лоханки и нижним краем шейки нижней чашечки (по Samraio) и между пересечением уретеролоханочной оси и оси шейки нижней чашечки (по Elbahnasy). Распределение пациентов по величине шеечно-лоханочного угла в зависимости от метода нефролитотрипсии представлено в Таблице 15 и на Рисунках 18 и 19.

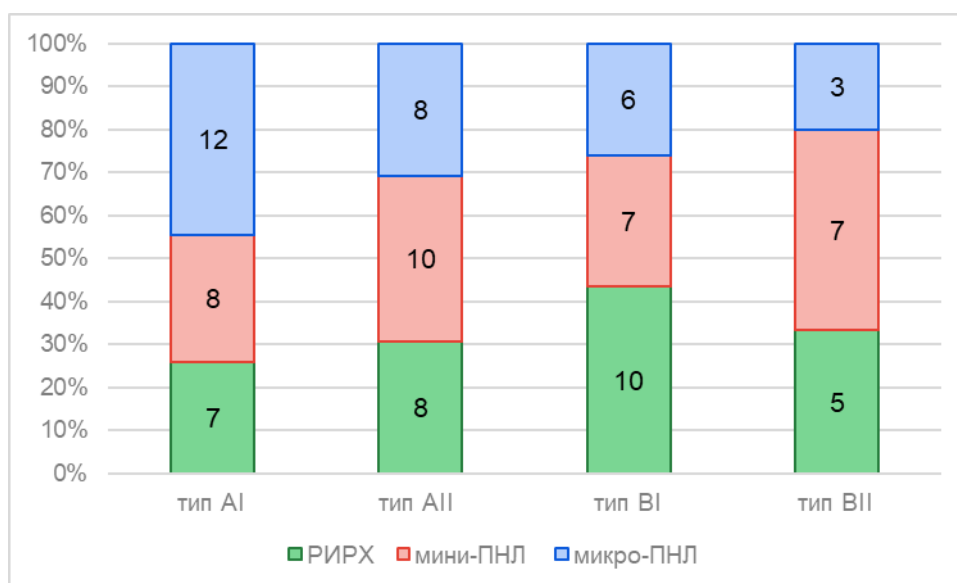


Рисунок 17 – Распределение групп РИРХ, мини-ПНЛ, микро-ПНЛ по типам ЧЛС по Sampraio

Таблица 15 – Шеечно-лоханочный угол в зависимости от вида нефролитотрипсии

		Вид нефролитотрипсии			Всего	p-value
		РИРХ	мини-ПНЛ	микро-ПНЛ		
по Elbahnasy >90°	Кол-во	1	5	9	15	>0,05
	%	3,3	15,6	31	16,5	
по Elbahnasy <90°	Кол-во	29	27	20	76	>0,05
	%	96,7	84,4	69	83,5	
по Sampraio >90°	Кол-во	10	14	15	39	>0,05
	%	33,3	43,8	51,7	42,9	
по Sampraio <90°	Кол-во	20	18	14	52	>0,05
	%	67,7	56,2	48,3	57,1	
Итого	Кол-во	30	32	29	91	>0,05
	%	100	100	100	100	

В общей выборке чаще наблюдались ЧЛС с острым шеечно-лоханочным углом, т.е. с углом менее 90°. При этом наблюдается тенденция к более частому обнаружению острого угла при измерении по Elbahnasy, чем при применении метода Sampraio: 83,5% против 57,1%, соответственно. При анализе величины угла в отдельных группах острый угол чаще всего встречался в группе РИРХ: в 96,7% при измерении по Elbahnasy и в 67,7% при измерении по Sampraio. Тупой угол, т.е. > 90°, чаще наблюдался в группе микро-ПНЛ, в 31% при измерении угла между

пересечением осей и в 51,7% при измерении угла между пересечением краев собирательной системы. Группа мини-ПНЛ заняла промежуточную позицию по величине шеечно-лоханочного угла, где острый угол встречался в 84,4% и в 56,2% по Elbahnasy и по Sampaio, соответственно.



Рисунок 18 – Распределение пациентов по углу по Elbahnasy в группах РИРХ, мини-ПНЛ, микро-ПНЛ

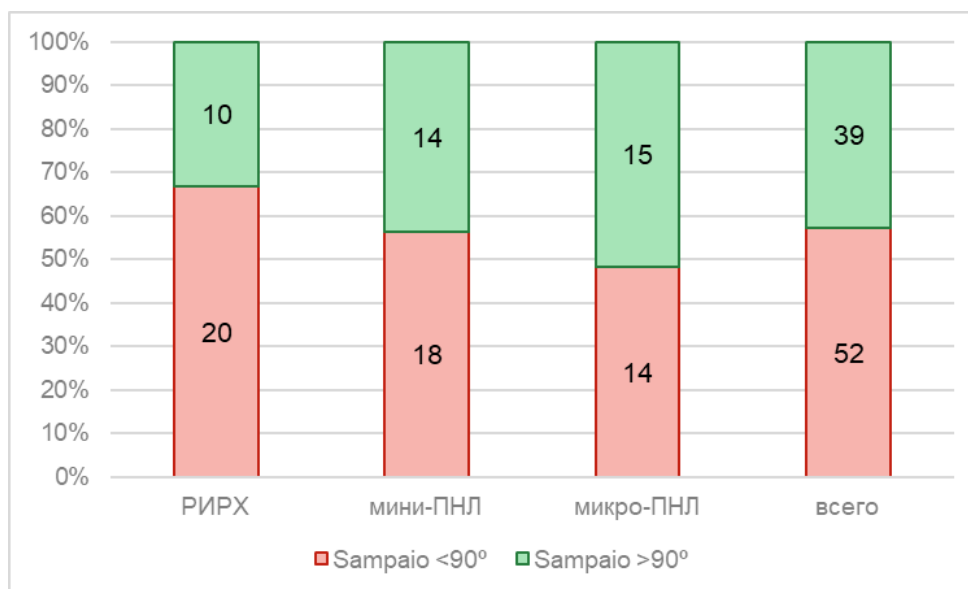


Рисунок 19 – Распределение пациентов по углу по Sampaio в группах РИРХ, мини-ПНЛ, микро-ПНЛ

У всех пациентов оценивалось наличие пиелокаликоектазии (расширения ЧЛС). Пациенты по вышеуказанному критерию были разделены на тех, у кого не

было расширения, с частичной пиелокаликоектазией (расширена лоханка) и с полной пиелокаликоектазией (расширены лоханка и чашечки). Распределение пациентов по группам наличия и отсутствия расширения представлены в Таблице 16 и на Рисунке 20.

Таблица 16 – Наличие пиелокаликоектазии в зависимости от вида нефролитотрипсии

Пиелокаликоектазия		Вид нефролитотрипсии			Всего	p-value
		РИРХ	мини-ПНЛ	микро-ПНЛ		
нет	Кол-во	25	26	23	74	>0,05
	%	83,3	81,3	79,3	81,3	
частичная	Кол-во	5	4	6	15	>0,05
	%	16,7	12,5	20,7	16,5	
полная	Кол-во	-	2	-	2	>0,05
	%	-	6,2	-	2,2	
Итого	Кол-во	30	32	29	91	>0,05
	%	100	100	100	100	

В большинстве случаев пиелокаликоектазия отсутствовала среди всей выборки (81,3%). При этом полное расширение выявлено только у двух пациентов в группе мини-ПНЛ. У 15 пациентов обнаружена частичная пиелокаликоектазия, а именно в 16,7%, 12,5% и 20,7% случаев в группах РИРХ, мини-ПНЛ и микро-ПНЛ, соответственно.

По стороне поражения группы между собой достоверно не различались ($p > 0,05$). При этом несколько чаще нефролитотрипсия в группах РИРХ, мини-ПНЛ и микро-ПНЛ выполнялась по поводу камня левой почки: в 59,7%, 53,3% и 62,5% случаев, соответственно.

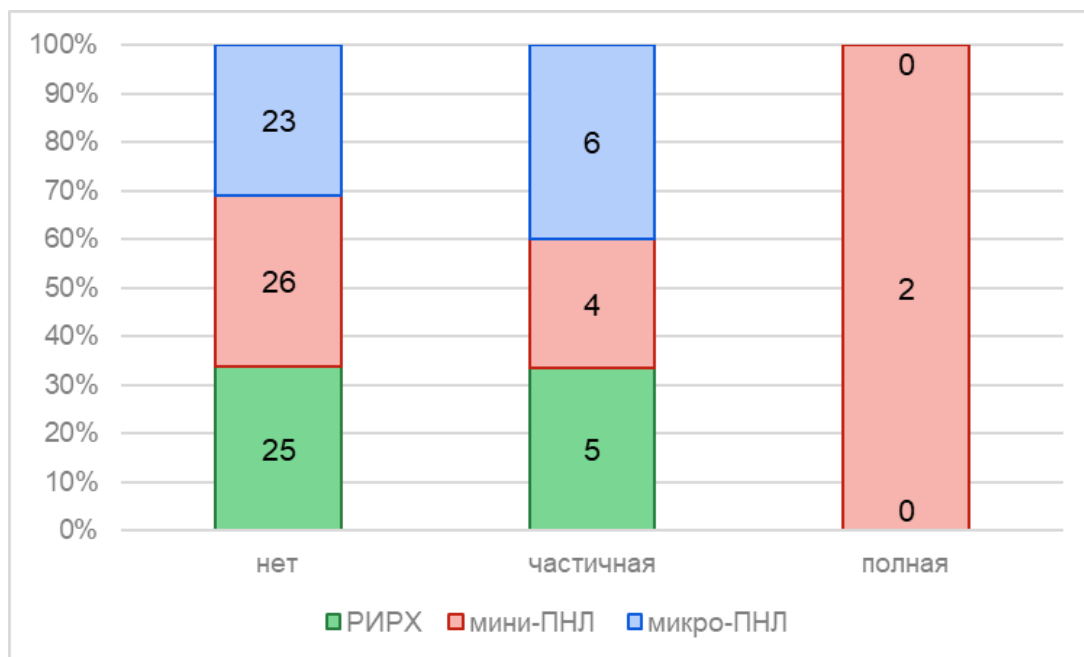


Рисунок 20 – Распределение пациентов по наличию пиелокаликэктазии в группах РИРХ, мини-ПНЛ, микро-ПНЛ

Таким образом, по величине шеечно-лоханочного угла, наличию пиелокаликэктазии и стороне поражения группы мини-ПНЛ, микро-ПНЛ и РИРХ не имели достоверных различий, а по анатомии ЧЛС, которая оценивалась по классификации Samraio, были выявлены статистически достоверные различия по типу A1 ($p = 0,037$).

3.1.3 Характеристики пациентов

Анализу подвергнуты клинико-демографические и анамнестические данные пациентов: пол, возраст, ИМТ, наличие симптомов и результаты посева мочи, а также тип дренирования до операции, анамнез пациента (ранее выполненные вмешательства по поводу МКБ на стороне поражения). Данные представлены в Таблицах 17 и 18.

Таблица 17 – Клинико-демографические характеристики пациентов

	Общее	Вид операции			P value
		РИРХ	Мини-ПНЛ	Микро-ПНЛ	
Количество (<i>n</i>)	91	30	32	29	
Возраст	48,5 (36,8,59,0)	45,5 (32,2, 58,0)	49,5 (40,2, 59,8)	56.5 (37.0, 63.2)	>0,05
Пол (<i>n</i> (%))					0,004
Ж	43 (47,3%)	14 (46,7%)	7 (21,9%)	22 (75,9%)	
М	48 (52,7%)	16 (53,3%)	25 (78,1%)	7 (24,1%)	
ИМТ (см/кг ²)	26,0 (23,5,31,0)	26,0 (24,0, 29,0)	27,0 (24,0, 30,0)	30,0 (22.8, 34.0)	>0,05
Посев мочи (<i>n</i>)					>0,05
Отрицательный	70 (76,9%)	26 (86,7%)	25 (78,1%)	19 (65,5%)	
Положительный	21 (23,1%)	4 (13,3%)	7 (21,9%)	10 (34,5%)	
Симптомы до операции (<i>n</i> (%))					>0,05
Нет	8 (8,8%)	4 (13,3%)	2 (6,3%)	2 (6,9%)	
Гематурия	17 (18,7%)	5 (16,7%)	5 (15,6%)	7 (24,0%)	
Боль в поясничной обл.	75 (82,4%)	24 (80,0%)	26 (81,3%)	25 (86,2%)	
Пиелонефрит	5 (5,5%)	1 (3,3%)	2 (6,3%)	2 (6,9%)	

Средний возраст всех пациентов составил 48,5 (36,8; 59,0) лет. Пациенты в группах РИРХ, мини-ПНЛ и микро-ПНЛ не различались по возрасту, ИМТ, результатам посева мочи и по наличию тех или иных симптомов МКБ. Статистически значимые различия между группами обнаружены по гендерному признаку ($p = 0,004$). При попарном анализе значимые различия выявлены между группами РИРХ и микро-ПНЛ ($p = 0,003$), где соотношение между женщинами и мужчинами было 1:1 и 3:1, соответственно.

Таблица 18 – Анамнестические характеристики пациентов

	Общее	Вид операции			P value
		РИРХ	Мини-ПНЛ	Микро-ПНЛ	
Количество (n)	91	30	32	29	
Вмешательства на почке в анамнезе	31 (34,1%)	13 (43,3%)	9 (28,1%)	9 (31,0%)	>0,05
Дренажирование до операции (n (%))					
Нет	54 (59,3%)	9 (30,0%)	20 (62,5%)	25 (86,2%)	

Продолжение Таблицы 18

Стент	28 (34,1%)	21 (70,0%)	6 (18,8%)	4 (13,8%)	0,000
Нефростома	5 (6,6%)	-	6 (18,8%)	-	0,009
Длительность дренирования до операции (день)	22,0 (8,0; 32,0)	11,0 (7,0; 30,0)	30,5 (27,0; 33,5)	14,0 (12,0; 16,0)	0,030

По анамнестическим данным группы статистически достоверно различались между собой: перед РИРХ большая часть пациентов (70%) была предстентирована. Большинство пациентов перед перкутанными вмешательствами не имело никаких дренажей: 62,5% и 86,2% для мини-ПНЛ и микро-ПНЛ, соответственно. Из 37,6% пациентов с дренажем в группе мини-ПНЛ стент и нефростома были распределены поровну. В группе микро-ПНЛ пациентов с нефростомами не было, 4 пациента были с внутренним мочеточниковым стентом (Рисунок 21).

Длительность дренирования также достоверно различалась среди групп, где меньшая медиана наблюдалась в группе РИРХ, а наибольшая – в группе мини-ПНЛ, и составила 11,0 и 30,5 дней, соответственно. По количеству рецидивных камней (т.е. по количеству пациентов, ранее перенесших литотрипсию) группы достоверно не различались.

Таким образом, по характеристикам пациентов группы достоверно различались по следующим параметрам: пол, тип дренирования собирательной системы на догоспитальном этапе и продолжительность дренирования.

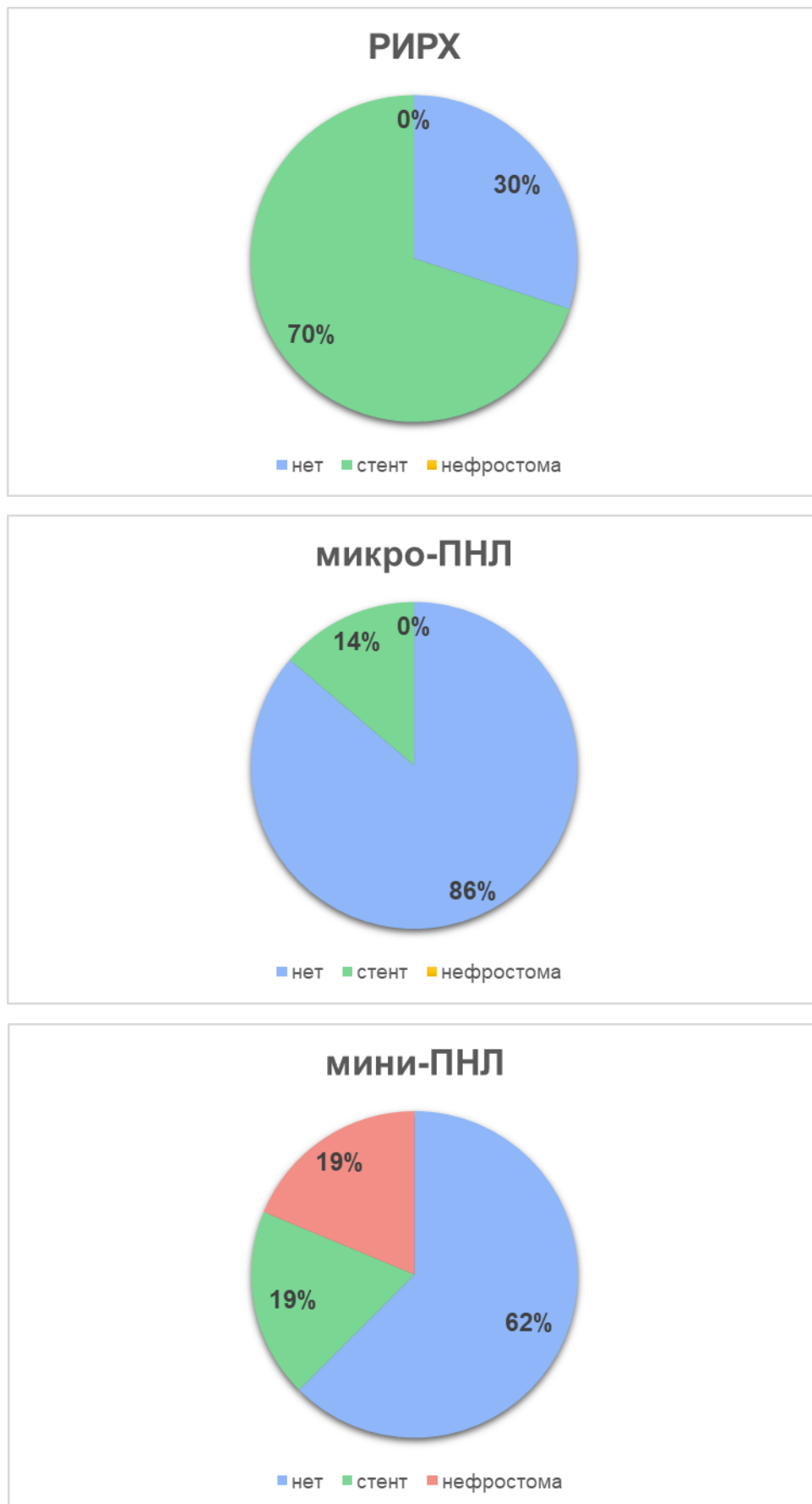


Рисунок 21 – Способы дооперационного дренирования ЧЛС в зависимости от вида операции

3.1.4 Частота полного избавления от камней в группах

SFR статистически значимо различался среди групп ($p = 0,034$). Общий SFR составил 82,4% ($n = 75$). В группах РИРХ, мини-ПНЛ и микро-ПНЛ SFR составил 93,3%, 84,4% и 65,5%, соответственно. Результаты представлены на Рисунке 22. При попарном анализе статистически значимая разница обнаружена между группами РИРХ и микро-ПНЛ, где повторное вмешательство понадобилось 2 пациентам из 30 и 10 из 29, соответственно ($p = 0,026$). Пациентам из группы РИРХ была выполнена литоэкстракция резидуальных фрагментов корзинкой. 5 пациентам из 10 с резидуальными фрагментами в группе микро-ПНЛ также была выполнена литоэкстракция ретроградно гибким инструментом (резидуальный фрагмент мигрировал в верхней трети мочеточника), двум пациентам потребовалась повторная литотрипсия, а оставшиеся три пациента с резидуальными фрагментами по 2 мм оставлены под наблюдение [12]. У 5 пациентов из 32 в группе мини-ПНЛ не было достигнуто состояние, свободное от камней. Двоим пациентов на вторые сутки выполнена ригидная уретерореноскопия в связи с миграцией резидуального фрагмента в мочеточник, фрагмент извлечен. Оба пациента после первичной операции были дренированы нефростомой и мочеточниковым катетером. Одному пациенту выполнен second look на 3-е сутки через существующий нефростомический ход. Двое пациентов сразу отправлены в группу наблюдения, так как у одного интраоперационно возникла тампонада лоханки, а у второй пациентки в раннем послеоперационном периоде развился острый необструктивный пиелонефрит.

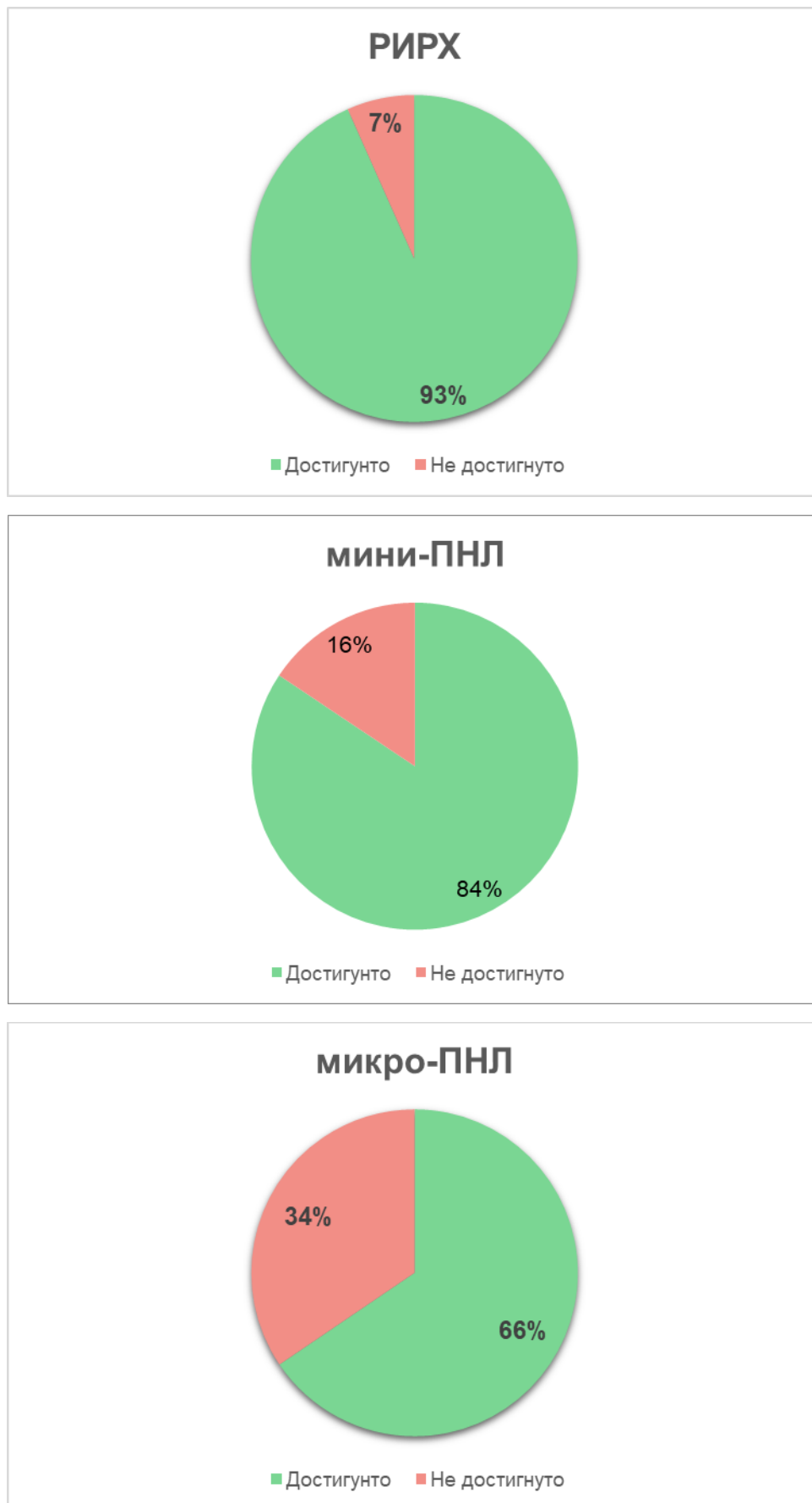


Рисунок 22 – SFR в группах РИРХ, мини-ПНЛ и микро-ПНЛ

Для критического анализа факторов, влияющих на SFR, все пациенты были разделены на две группы, у кого достигнуто состояние, свободное от камней (SF+), и у кого не достигнуто (SF-), Таблица 19.

Таблица 19 – Характеристики пациентов в группах SF+ и SF-

Признак	Stone free+ (N = 75)	Stone free- (N = 16)	P value
Пол (Ж)	33 (44,0%)	7 (43,8%)	>0,05
Возраст (годы)	46,0 (33,5; 59,0)	57,0 (48,0; 63,0)	0,019
ИМТ	26,0 (22,2; 30,0)	29,0 (26,0; 34,0)	>0,05
Вмешательства по удалению камней в анамнезе	22 (29,3%)	10 (62,5%)	0,026
Посев мочи положительный	11 (14,7%)	5 (31,3%)	>0,05
Симптомы до операции			
Боль	60 (80,0%)	15 (93,8%)	>0,05
Гематурия	15 (20,0%)	1 (6,3%)	>0,05
Пиелонефрит	4 (5,3%)	1 (6,3%)	>0,05
Длительность дренирования до операции (дни)	21,0 (8,0, 31,8)	27,0 (22,5, 38,5)	>0,05
Тип дренирования до операции			
Нефростома	6 (8,0%)	0 (0,0%)	>0,05
Стент	32 (42,7%)	4 (25,0%)	>0,05
Максимальный диаметр камня (мм)	11,0 (9,0; 13,0)	14,0 (13,0; 18,0)	0,004
Плотность камня (НУ)	1100,0 (860,0; 1203,0)	1130,0 (700,0; 1300,0)	>0,05
Объем камня (мм ³)	424,1 (230,9; 691,2)	952,9 (667,1; 2314,3)	0,007
Количество камней (n)	1,0 (1,0; 2,0)	2,0 (1,0; 2,0)	>0,05
Локализация камня			
Верхняя и средняя чашечки, лоханка	44 (58,7%)	5 (31,3%)	>0,05
Нижняя чашечка	23 (30,7%)	2 (12,5%)	>0,05
Верхняя, средняя чашечки и лоханка, нижняя чашечка	8 (10,7%)	9 (56,3%)	>0,05
Сторона поражения (n, справа)	31 (41,3%)	6 (37,5%)	>0,05
Анатомия ЧЛС			
Sampaio_A1 (n)	11 (14,7%)	7 (43,8%)	0,035
Sampaio_A2 (n)	11 (14,7%)	2 (12,5%)	>0,05
Sampaio_B1 (n)	13 (17,3%)	5 (31,3%)	>0,05

Продолжение Таблицы 19

Sampaio_B2 (n)	5 (6,7%)	0 (0,0%)	>0,05
Угол Elbahnasy >90 (n)	8 (10,7%)	5 (31,3%)	>0,05
Угол Sampaio >90 (n)	24 (32,0%)	12 (75,0%)	>0,05
Пиелокалиэктазия			
Полная	1 (1,3%)	0 (0,0%)	>0,05
Частичная	13 (17,3%)	2 (12,5%)	>0,05
РИРХ (n)	28 (37,3%)	2 (12,5%)	>0,05
Микро-Перк (n)	19 (25,3%)	10 (62,5%)	>0,05
Мини-Перк (n)	27 (36,0%)	5 (31,3%)	>0,05

Таким образом, исходя из данных, приведенных в таблице 19, достоверно группы различались по следующим признакам: возраст, вмешательства в анамнезе, размер камня и анатомия ЧЛС по Sampaio, а именно – тип A1. В последующем эти критерии и были отобраны для создания прогностических моделей выбора метода минимально инвазивной нефролитотрипсии.

3.2 Алгоритм выбора метода минимально инвазивной нефролитотрипсии

В настоящее время предложен ряд прогностических инструментов, призванных определить исход операции на догоспитальном этапе. Учитывая большое количество перекрестных взаимодействий среди анализируемых параметров, сделать однозначный прогноз об исходе операции представляется затруднительным. С этой целью мы использовали многофакторный анализ полученных данных и представили его результаты в виде прогностической номограммы и дерева решений. В подавляющем большинстве существующих номограмм речь идет об исходах конкретной операции, например либо ПНЛ, либо РИРХ. Такой подход не позволяет индивидуализировать каждый клинический случай, т.е. не позволяет сделать выбор между операциями внутри одной прогностической модели. С этой целью в прогностические модели мы включили непосредственно виды операций, хоть они достоверно и не различались в группах SF⁺ и SF⁻. Однако такой подход позволяет учесть как пожелания пациента, так и предпочтения хирурга.

В нашем исследовании размер камня достоверно отличался в группах SF⁺ и SF⁻, причем как в виде максимального диаметра, так и в виде объема камня. Чтобы не перегружать прогностическую модель, мы сделали по два варианта для каждой модели, один из которых с максимальным диаметром, второй – с объемом камня.

3.2.1 Прогностические модели, номограмма

Первой моделью, позволяющей прогнозировать вероятность развития неблагоприятного исхода минимально инвазивной нефролитотрипсии стала номограмма (Рисунки 23–24). Преимуществом номограммы является то, что значение искомого параметра без затруднений можно определить на графике. При этом нет необходимости в сложных математических вычислениях.

Номограмма получила название A.S.A.P., что является акронимом. А – тип строения ЧЛС A1 по классификации Sampaio (A1), S – размер конкремента (stone size), A – вмешательство в анамнезе (anamnesis), P – предпочтения хирурга и/или пациента (preference).

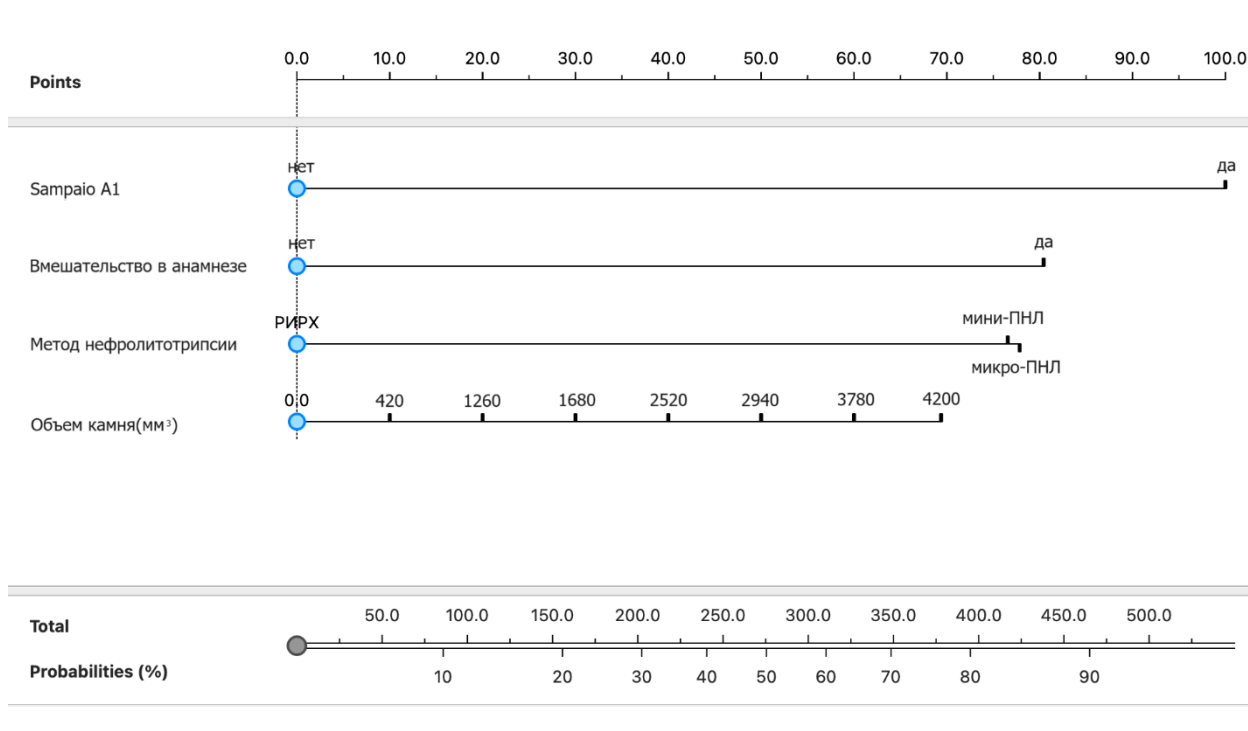


Рисунок 23 – Номограмма A.S.A.P с объемом конкремента

Как уже было сказано выше, мы получили статистически достоверную разницу по размерам камня между группами, где было достигнуто состояние, свободное от камней (SF^+) и где выявлены резидуальные фрагменты (SF^-). При этом как по максимальному диаметру, так и по объему конкремента. В связи с этим мы предложили две номограммы с разными параметрами размера камня, чтобы выявить наиболее прогностически релевантную.

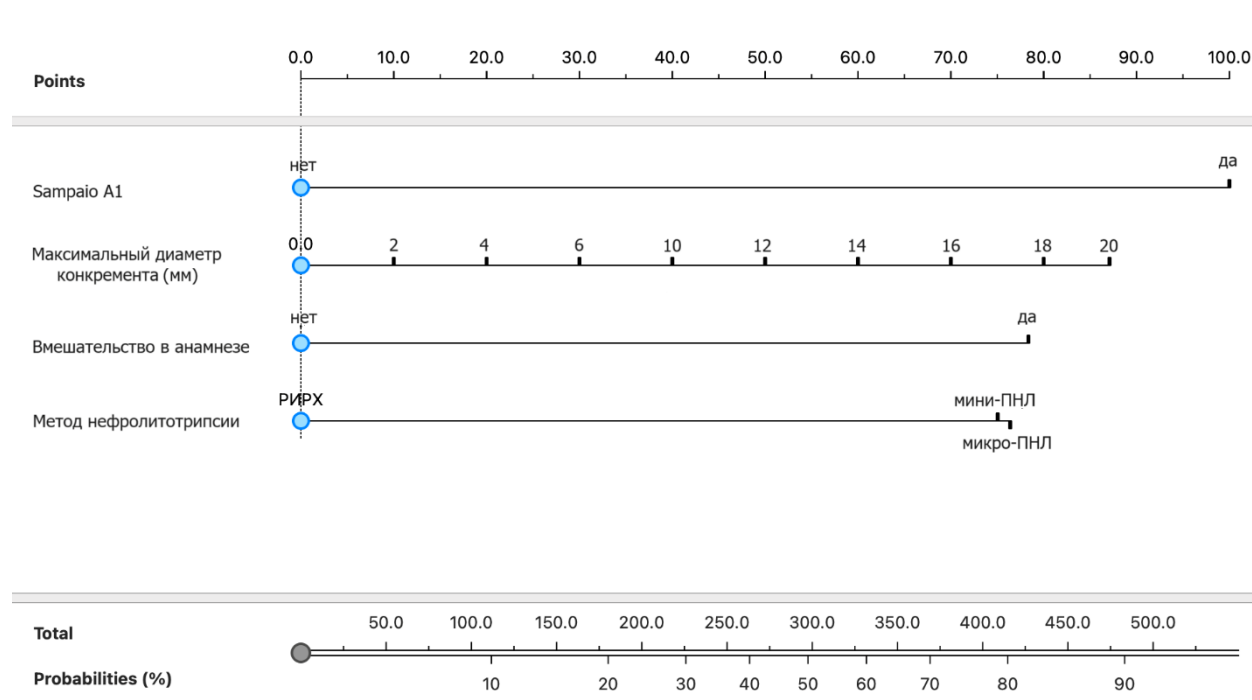


Рисунок 24 – Номограмма A.S.A.P с максимальным диаметром конкремента

Для каждой номограммы были оценены такие показатели информативности и качества прогностических моделей, как чувствительность (Se), специфичность (Sp), точность, предсказательная ценность отрицательного и положительного результатов (NPV и PPV) (Таблица 20).

Таблица 20 – Критерии качества прогностических номограмм

Модель	Se	Sp	точность	NPV	PPV
A.S.A.P с объемом	0,67	0,95	0,88	0,9	0,8
A.S.A.P с максимальным диаметром	0,5	1,0	0,88	0,9	1,0

С целью описания клинической ценности обеих прогностических номограмм рассчитана ROC-AUC (Рисунок 25).

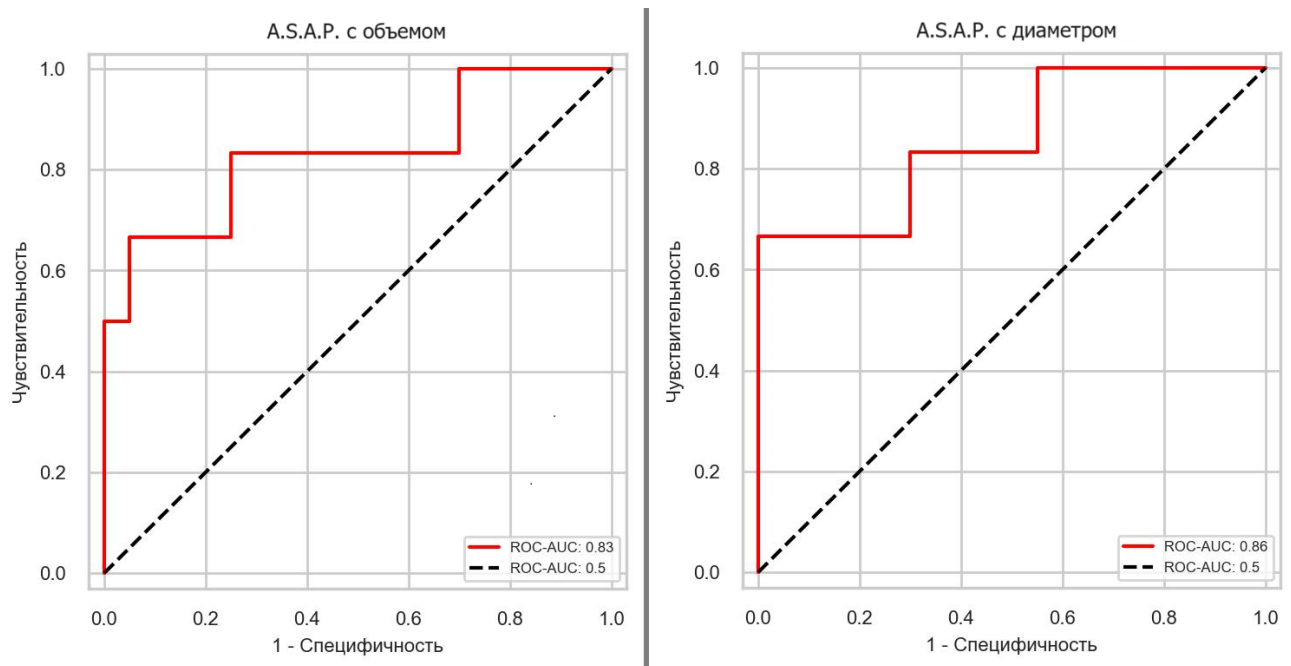


Рисунок 25 – ROC-AUC для номограмм

Таким образом, ROC-AUC практически не различались между собой и составили 0,83 и 0,86 для А.С.А.Р с объемом и А.С.А.Р с максимальным диаметром камня, соответственно.

3.2.2 Прогностические модели, дерево решений

Следующей прогностической моделью в нашем исследовании является дерево решений. Дерево решений представляет из себя способ представления признаков в иерархической последовательной структуре. По сути, дерево решений – это собранные в структуру рекомендации для поддержки принятия медицинских решений. Как и в случае с номограммой, мы сгенерировали два дерева решений, одно с максимальным диаметром конкремента (Рисунок 26), второе с объемом конкремента (Рисунок 27). Критерии качества данных моделей собраны в Таблице 21.

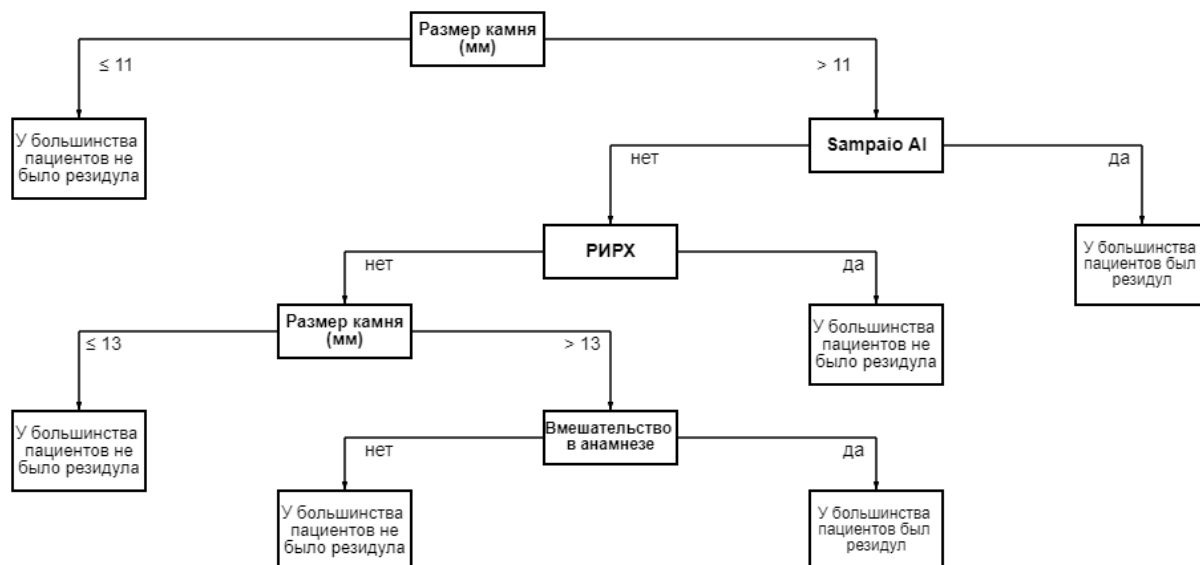


Рисунок 26 – Дерево решений с максимальным диаметром конкремента

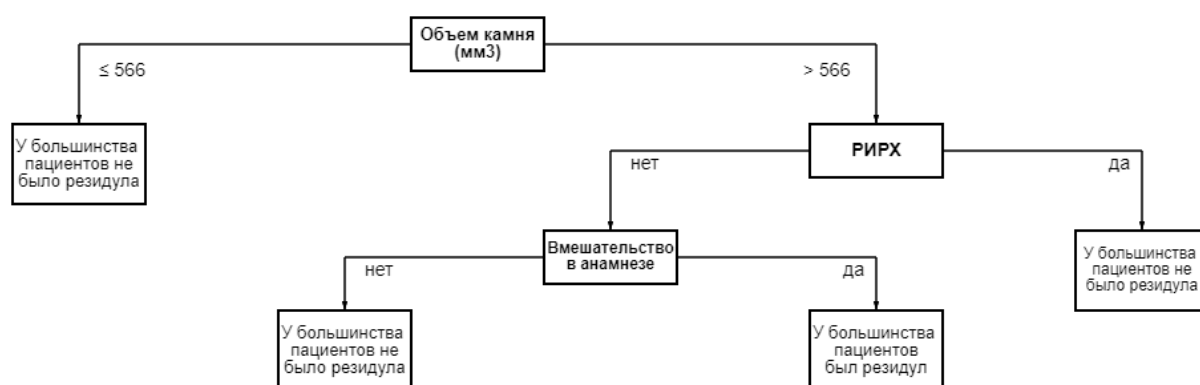


Рисунок 27 – Дерево решений с объемом конкремента

Таблица 21 – Критерии качества деревьев решений

Модель	Se	Sp	Точность	NPV	PPV
Дерево с объемом	0,83	0,55	0,62	0,9	0,4
Дерево с максимальным диаметром	0,83	0,8	0,81	0,9	0,6

С целью описания клинической ценности деревьев решений построены ROC-кривые и рассчитаны ROC-AUC (Рисунок 28). ROC-AUC практически не различались между собой и составили 0,67 и 0,81 для дерева с объемом и дерева с максимальным диаметром, соответственно.

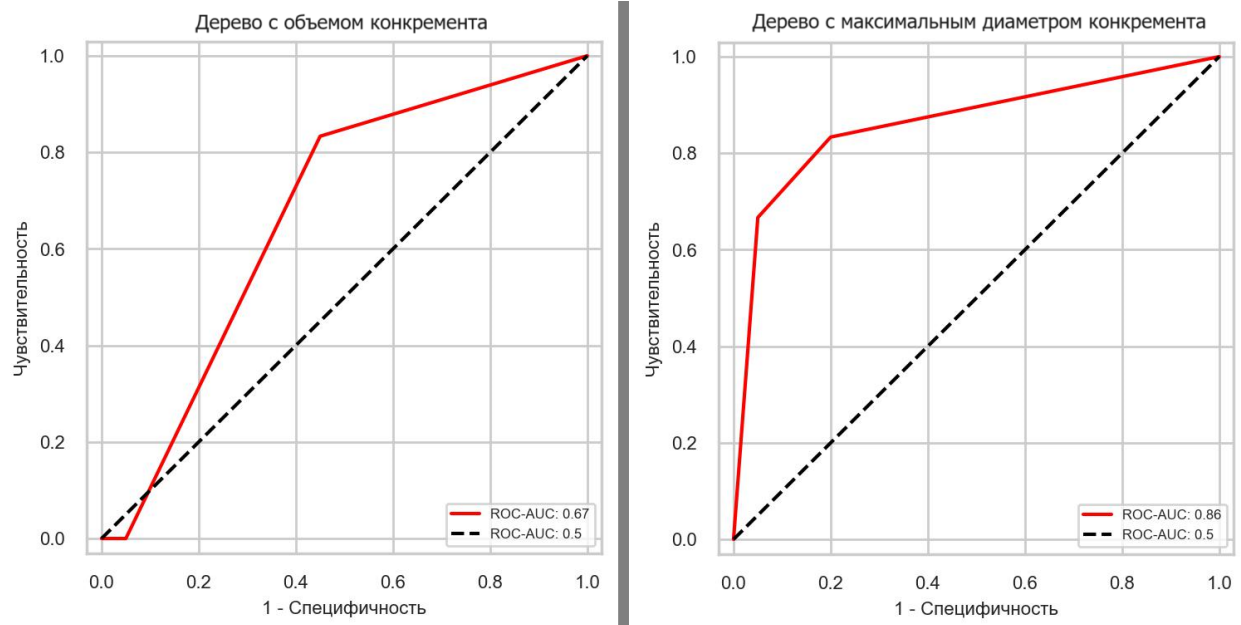


Рисунок 28 – ROC-AUC для деревьев решений

3.2.3 Создание алгоритма выбора метода нефролитотрипсии

В основу алгоритма легли две вышеперечисленные модели. Алгоритм построен с использованием размера камня, выраженного в сантиметрах, так как показатели информативности и качества дерева решений с максимальным диаметром были выше, чем у данной модели с объемом. Алгоритм представлен на Рисунке 29. В левой части алгоритма представлены условия, при которых наиболее вероятен благоприятный вариант исхода. В правой части алгоритма приведены те параметры, при которых вероятнее наступление неблагоприятного исхода (т.е. наличие резидуальных фрагментов). При этом описаны условия, при которых с равным успехом можно применить все методы минимально инвазивной нефролитотрипсии. При размере камня менее 11 мм можно выбрать любой метод с одинаковым равновероятным благоприятным исходом. При камне более 11 мм и типе ЧЛС А1 эффективность всех методов не различается. Если камень более 11 мм и анатомия ЧЛС соответствует типу АII, ВI или ВII, то первым этапом рекомендовано выполнение РИРХ. Если выполнить РИРХ невозможно, пациенту с той же эффективностью могут быть предложены минимально инвазивные

перкутанные методы в случае камней ≤ 13 мм или > 13 , при условии отсутствия вмешательств на почке в анамнезе и не при типе ЧЛС AI.

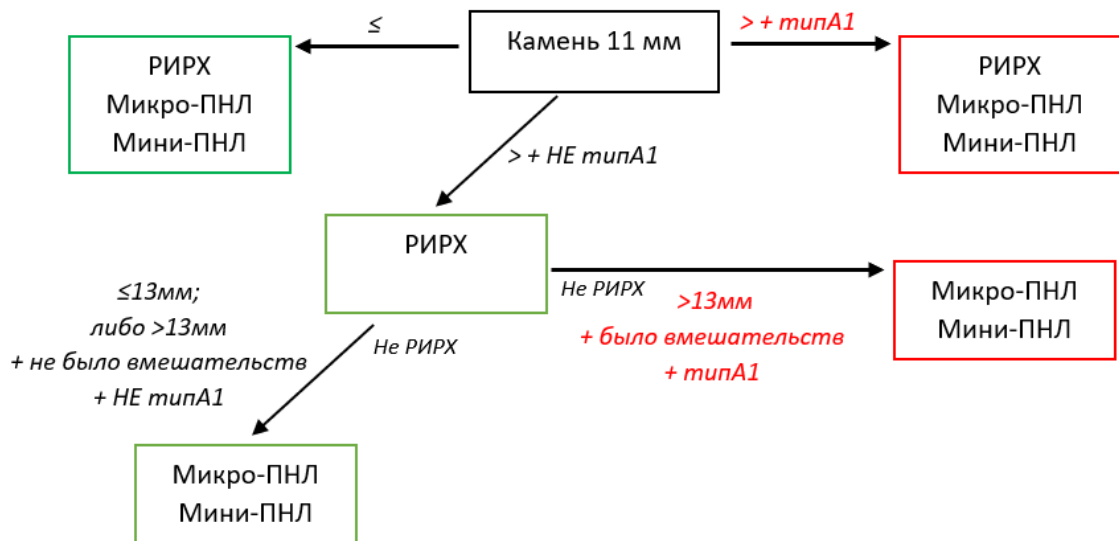


Рисунок 29 – Алгоритм выбора метода минимально инвазивной нефролитотрипсии

Если у пациента камень больше 13 мм и было вмешательство в анамнезе или есть тип ЧЛС AI, при невыполнении РИРХ эффективность мини-ПНЛ и микро-ПНЛ будет значительно ниже.

3.3 Сравнительная оценка безопасности методов

Для оценки безопасности методов минимально инвазивной нефролитотрипсии были проанализированы следующие параметры: наличие осложнений по классификации Clavien-Dindo, длительность операции и продолжительность госпитализации, тип дренирования после операции и сравнение уровня гемоглобина в первые сутки после операции (Таблица 22).

Таблица 22 – Послеоперационные характеристики пациентов

	Общее	Вид операции			P value
		РИРХ	Мини-ПНЛ	Микро-ПНЛ	
Осложнения по Clavien-Dindo (n (%))					
I-II класс	5 (5,5%)	-	1 (3,1%)	7 (24,1%)	0,005
IIIa класс	9 (9,9%)	1 (3,3%)	4 (12,5%)	5 (17,2%)	
IIIb класс	5 (5,5%)	-	5 (15,6%)	2 (6,9%)	
Длительность операции (мин.)	60,0 (45,0;80,0)	45,0 (40,0;68,8)	80,0 (55,0;103,8)	70,0 (50,0;82,5)	0,004
Продолжительность госпитализации (койко-день)	5,0 (4,0;7,0)	5,0 (3,0;5,0)	6,5 (5,0;7,0)	6.0 (5,0; 8,0)	0,001
Гемоглобин до операции (г/л)	141,0 (130,5;151,0)	136,0 (128,5;149,2)	146,0 (138,2;153,0)	135,0 (124,5;141,0)	
Гемоглобин после операции (г/л)	129,0 (120,5;137,0)	124,0 (119,0;125,0)	131,0 (126,5;139,5)	129,0 (120,0;135,5)	

Общий процент осложнений I и II классов, класса IIIa и класса IIIb составил 5,5%, 9,9% и 5,5%, соответственно. Статистически значимая разница выявлена между группами РИРХ и микро-ПНЛ ($p = 0,021$) при попарном анализе в группе осложнений 1 и 2 класса по Clavien-Dindo. В группе РИРХ осложнений 1 и 2 класса выявлено не было, в то время как в группе микро-ПНЛ эти осложнения наблюдались у 7 пациентов. В группе мини-ПНЛ осложнения данной группы были отмечены лишь у одного пациента. Среди осложнений 3 класса статистически достоверной разницы обнаружено не было. В группе РИРХ – одно осложнение 3a класса, в группах мини-ПНЛ и микро-ПНЛ – по 4 и 5 наблюдений, соответственно. В группе мини-ПНЛ больше всех остальных групп встречались осложнения класса 3b, однако разница не была значимой. В группе микро-ПНЛ было два осложнения данного класса, в РИРХ – не было ни одного. Более серьезных осложнений, связанных с жизнеугрожающими состояниями, требующих проведения интенсивной терапии, выявлено не было.

Средняя продолжительность операции среди всех пациентов составила 60,0 (45,0; 80,0) мин. и статистически значимо различалась между группами ($p = 0,004$). Наиболее продолжительным было вмешательство при выполнении мини-ПНЛ (80,0 (55,0; 103,8) мин.), а наименее продолжительным – в группе РИРХ (45,0 (40,0; 68,8) мин.). Попарный анализ выявил значимую разницу именно между вышеуказанными группами ($p = 0,003$). Средний койко-день составил 5,0 (4,0; 7,0) к/д, при значимых различиях между группами РИРХ против мини-ПНЛ и РИРХ против микро-ПНЛ ($p = 0,004$ и $p = 0,007$, соответственно). Группы микро-ПНЛ и мини-ПНЛ не различались по продолжительности госпитализации между собой. Наименее продолжительная госпитализация была в группе РИРХ (5,0 (3,0; 5,0) к/д).

По типу дренирования после операции группы достоверно различались между собой (Таблица 23). Внутренний мочеточниковый стент чаще устанавливался в группе РИРХ, в то время как нефростома и наружный мочеточниковый катетер чаще устанавливались в группе мини-ПНЛ. При этом без дренажей операция завершалась только в двух случаях у пациентов из группы РИРХ.

Таблица 23 – Типы дренирования ЧЛС после операции

	Вид операции			P value
	РИРХ	Мини-ПНЛ	Микро-ПНЛ	
Тип дренирования ЧЛС после операции				
Бездренажное завершение	2 (6,67%)	-	-	
Наружный мочеточниковый катетер	9 (30,0%)	25 (78,1%)	18 (62,1%)	0,002
Нефростома	0 (0,0%)	22 (68,8%)	13 (44,8%)	
Внутренний мочеточниковый стент	19 (63,3%)	4 (12,5%)	7 (21,1%)	0,000

3.4 Объем камня как предиктор продолжительности операции

В нашем исследовании мы оценивали корреляцию между размерами камня и временем операции. В анализ были включены все величины, описывающие размер

камня. По результатам корреляционного анализа и сравнения коэффициентов корреляции (r) в рамках общей выборки выявлена средняя корреляция между максимальным диаметром, площадью поверхности, объемом конкремента и временем операции, где r составил 0,72, 0,76 и 0,73, соответственно (Рисунок 30).

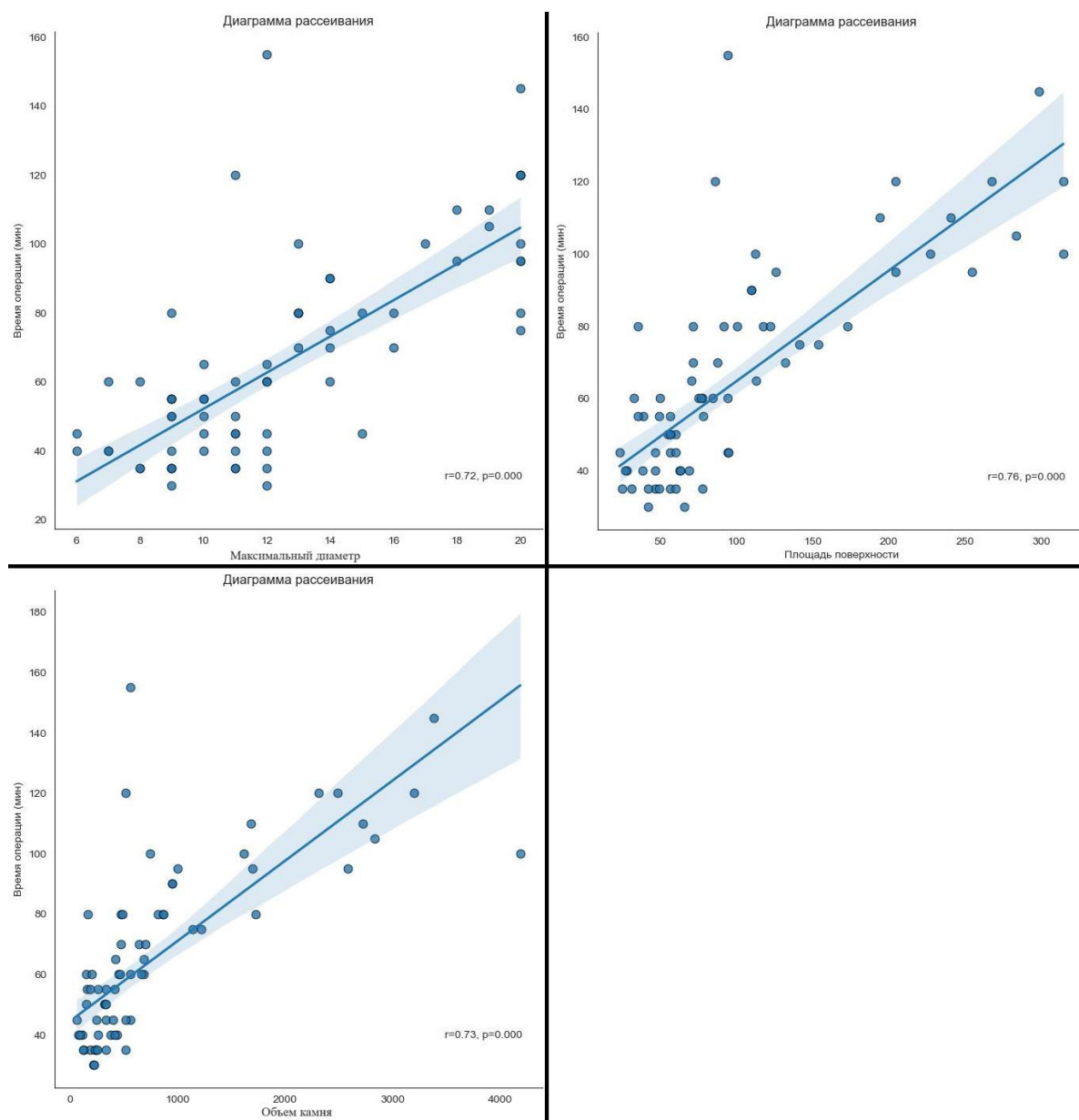


Рисунок 30 – Корреляция между различными размерами камня и временем операции в общей выборке

При анализе внутри методов минимально инвазивной нефролитотрипсии в группе мини-ПНЛ была выявлена высокая корреляция между временем операции и максимальным диаметром и площадью поверхности ($r = 0,85$ и $r = 0,83$,

соответственно). В то время как для объема конкремента и времени операции связь была умеренной, т.е. на один ранг ниже по шкале Чеддока ($r=0,78$). Данные по группе мини-ПНЛ представлены на Рисунке 31.

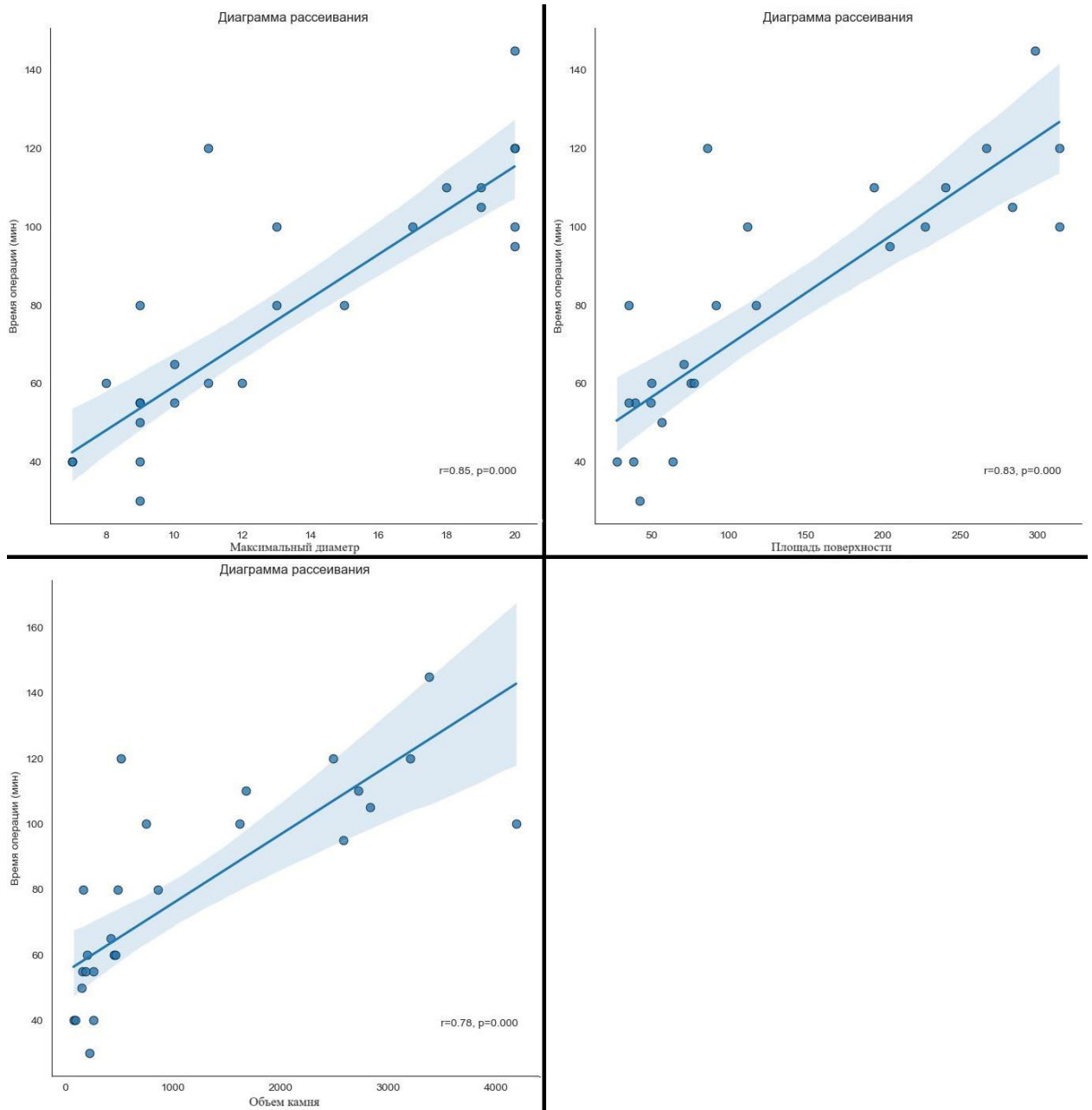


Рисунок 31 – Корреляция между различными размерами камня и временем операции в группе мини-ПНЛ

В группе РИРХ (Рисунок 32) была выявлена умеренная корреляционная связь между временем операции и площадью поверхности конкремента с объемом ($r = 0,54$ и $r = 0,56$, соответственно) и слабая корреляционная связь между

максимальным диаметром камня и временем операции, $r = 0,47$. В группе микро-ПНЛ выявлена наибольшая корреляционная связь между размерами конкремента и временем операции. Коэффициенты корреляции составили 0,92, 0,84 и 0,92 для максимального диаметра, площади поверхности и объема конкремента, соответственно (Рисунок 33).

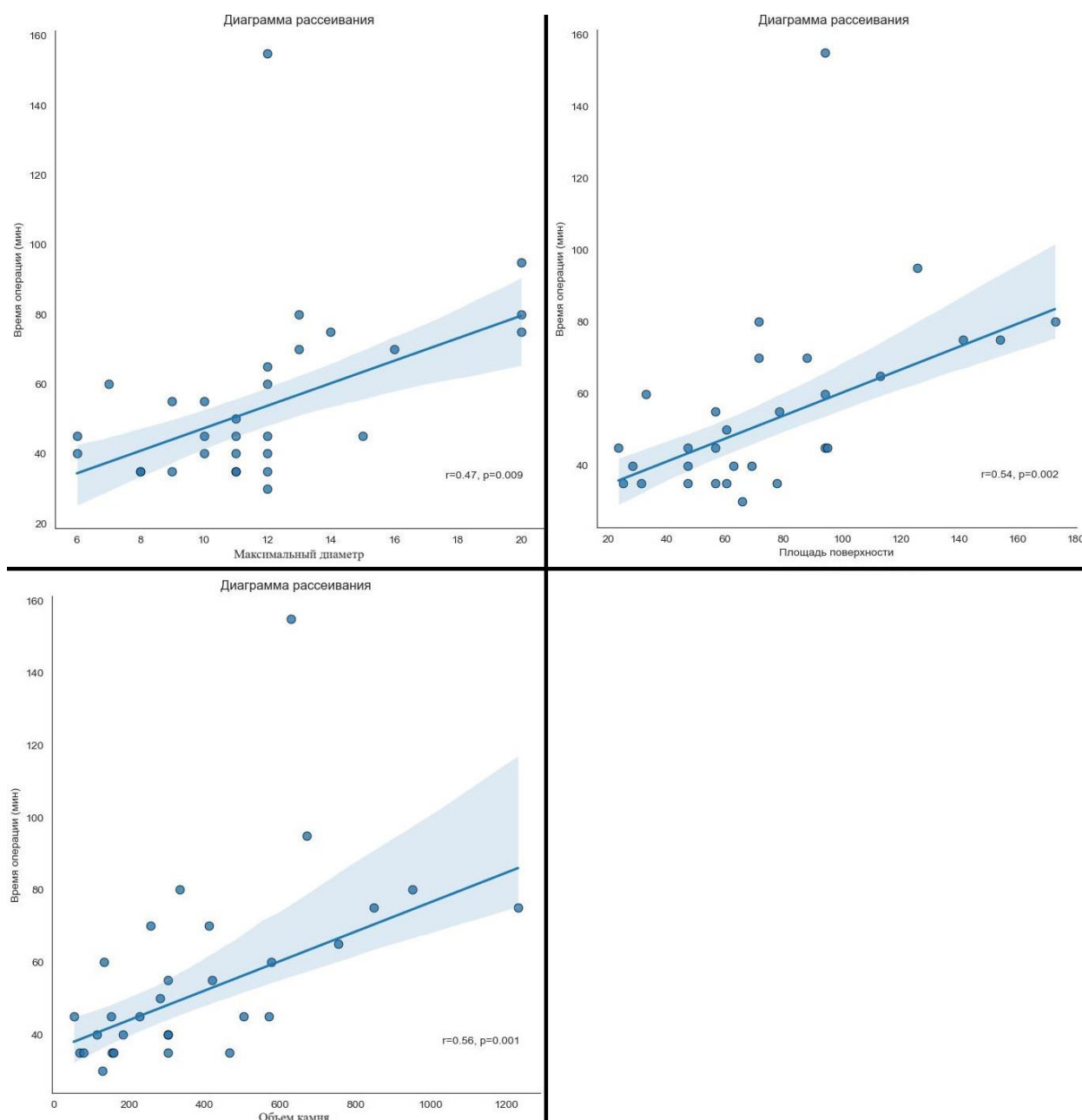


Рисунок 32 – Корреляция между различными размерами камня и временем операции в группе РИРХ

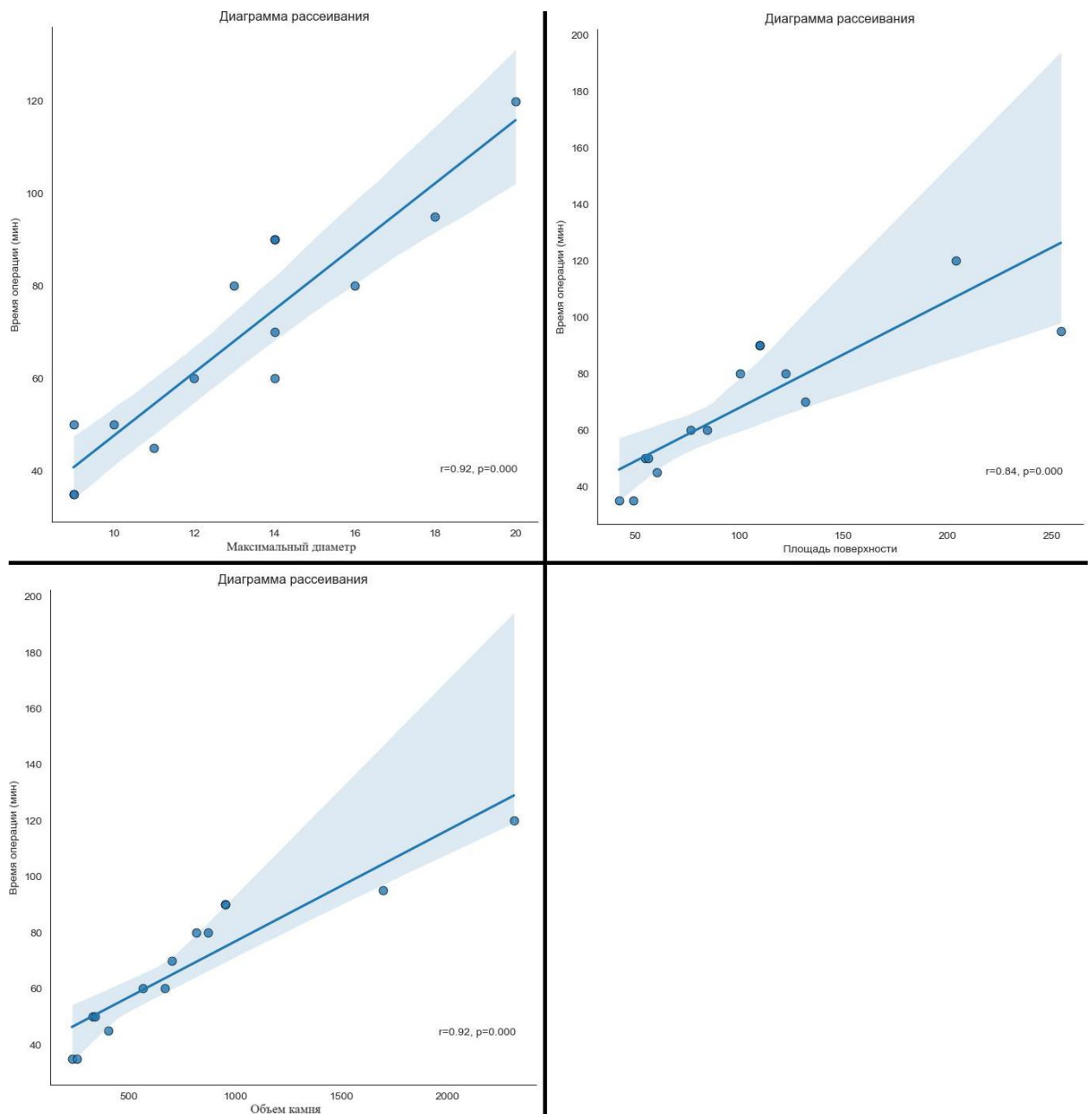


Рисунок 33 – Корреляция между различными размерами камня и временем операции в группе микро-ПНЛ

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

4.1 Эффективность минимально инвазивной эндоскопической нефролитотрипсии

Целью любой активной тактики в отношении уролитиаза является полное избавление мочевых путей от камней. Оставшиеся после литотрипсии камни называются резидуальными фрагментами. Кроме того, что они могут стать причиной мочевой инфекции и обструкции мочевых путей, они имеют потенциал к росту [118]. Т.е. наличие резидуальных фрагментов повышает риск повторного камнеобразования. Таким образом, эффективность всех операций по удалению конкрементов описывается частотой достижения состояния, свободного от камней.

В нашем исследовании в группе РИРХ было зафиксировано меньшее количество резидуальных фрагментов, т.е. был достигнут наиболее высокий SFR – 93,3%. Больше всего резидуальных фрагментов было выявлено в группе микро-ПНЛ, где SFR составил 65,5%. И именно между этими двумя группам при попарном анализе мы получили статистически значимую разницу по показателю SFR ($p = 0,026$). Промежуточные результаты в нашем исследовании были получены в группе мини-ПНЛ, где состояние, свободное от камней, составило 84,4%. Что примечательно, при попарном анализе мы не получили статистически значимой разницы между группами РИРХ и мини-ПНЛ, мини-ПНЛ и микро-ПНЛ. Т.е. количество резидуальных фрагментов между вышеуказанными парами статистически достоверно не различались между собой.

В урологическом сообществе чаще встречается мнение о том, что перкутанный доступ позволяет добиться меньшего количества резидуальных фрагментов [10, 15, 18]. В мировой литературе можно встретить противоречивые данные. Кроме этого, исследований, сравнивающих минимально инвазивные методы, значительно меньше, нежели включающих стандартный перкутанный доступ. Например, коллеги из Китая проанализировали результаты 1279 пациентов, перенесших минимально инвазивные перкутанные вмешательства (мини-ПНЛ,

ультра-мини-ПНЛ и микро-ПНЛ) и РИРХ [49]. Согласно результатам данного метаанализа, в группе мини-ПНЛ был достигнут наиболее высокий SFR по сравнению с РИРХ, а ультра-мини-ПНЛ и микро-ПНЛ имели сопоставимые результаты с РИРХ. Авторы заключили, что величина SFR снижается, соответственно уменьшению диаметра инструмента для перкутанного доступа.

В систематический обзор и метаанализ Shuba De и соавторов, сравнивающий ретроградный доступ и перкутанную нефролитотрипсию (включая стандартный размер инструмента), вошло 10 исследований, а общее количество случаев составило 1181 [92]. При первичном анализе авторы получили значительно больший SFR в группе ПНЛ, а уже при дополнительном анализе, куда включались только минимально инвазивные ПНЛ (мини-ПНЛ и микро-ПНЛ), результаты были выше в группе РИРХ. Т.е. ретроградный доступ чаще позволял достичь состояния, свободного от камней, по сравнению с минимально инвазивными перкутанными доступами.

Luis Alberto Dorantes-Carrillo и соавторы в метаанализе 10 рандомизированных исследований, сравнивающих минимально инвазивную перкутанную нефролитотрипсию и РИРХ (ПНЛ = 441, РИРХ = 450), пришли к выводам, что мини-ПНЛ имеет достоверно более высокий SFR, нежели РИРХ [97]. При этом в исследование были включены камни размером от 1,3 до 3,9 см. В другом метаанализе, включившем 1615 пациентов, которые перенесли ПНЛ, РИРХ и ДЛТ, более высокая частота достижения состояния, свободного от камней, также была достигнута в группе ПНЛ [99]. При этом в исследование были включены камни от 1 до 2 см, локализованные в нижнем сегменте, и диаметр инструмента, которым выполнялась ПНЛ, не уточняется. Но что примечательно, по количеству повторных вмешательств ПНЛ и РИРХ не различались между собой.

При этом в каждом подобном метаанализе указывают на сложность объективной интерпретации результатов, так как от исследования к исследованию меняется его дизайн. В частности, в разных исследованиях устанавливается разный размер для резидуальных фрагментов – от 1 до 5 мм. В нашем исследовании клинически незначимыми являлись резидуальные фрагменты ≤ 2 мм. Такой выбор

обусловлен как клиническими рекомендациями, так и исследованиями по данной теме. Коллеги из Канады еще в 2018 году установили, что резидуальные фрагменты размером более 4 мм с большей вероятностью потребуют повторного вмешательства, а анализ кривой Каплана-Мейера выявил, что пациенты с фрагментами > 4 мм имеют более короткий период до наступления событий, связанных с камнями почек (инфекционные осложнения, почечная колика, рост камня и т.д.) [41].

В более свежем исследовании авторы из Эндоурологической группы по улучшению заболеваний (Endourologic Disease Group for Excellence, EDGE) проанализировали судьбу пациентов после ПНЛ в течение года. Выяснилось, что для резидуальных фрагментов > 4 мм частота повторных вмешательств оказалась значительно выше. Аналогично вышеизложенному исследованию, анализ кривой Каплана-Мейера показал значительно более высокую частоту событий, связанных с камнями при данном размере фрагмента [121].

С другой стороны, серьезным ограничением метаанализов, сравнивающих различные методы нефролитотрипсии, являются методы и сроки оценки наличия резидуальных фрагментов. Например, в ретроспективном исследовании Wei Meng и соавторов ярко описана значимость сроков выполнения контрольного исследования с целью оценки наличия резидуальных фрагментов [102]. При контроле SFR на первые сутки после операции SFR был выше в группе минимально инвазивной нефролитотрипсии по сравнению с РИРХ. Уже через месяц SFR достоверно не различался между группами, а через 3 месяца у пациентов, перенесших РИРХ, обнаруживалось меньшее количество резидуальных фрагментов, однако разница не была статистически значимой. Согласно клиническим рекомендациям Европейской ассоциации урологов [53], несмотря на большую чувствительность нативного КТ-исследования, необходимо соблюдать баланс между избыточной диагностикой и лучевым воздействием. Другими методами диагностики резидуальных фрагментов являются обзорная урография и УЗ-исследование. Сроки проведения визуализирующих исследований, а также необходимость повторных вмешательств остаются на усмотрение врача. Несмотря

на это, в 2023 году были опубликованы результаты крупного исследования FLEXOR, где сравнивалась чувствительность КТ против обзорной урографии или обзорной урографии + УЗИ в отношении диагностики резидуальных фрагментов после РИРХ [51]. КТ значительно увеличивало выявляемость клинически значимых резидуальных фрагментов (> 4 мм), 35,7% против 13,9%. Важно отметить, что то или иное исследование провести необходимо, так как коллеги из Италии выявили значительную разницу между интраоперационной оценкой SFR хирургом и оценкой SFR по результатам послеоперационного КТ [134]. При интраоперационной оценке SFR составил 88,5%, а при последующей КТ – 65,5%. В нашем исследовании методом контроля резидуальных фрагментов была КТ без контрастного усиления в низкодозовом режиме, выполненная на 1–2 сутки после операции.

Кроме вышеперечисленных параметров, которые влияют на интерпретацию результатов при их статистической обработке, есть объективные параметры, от которых зависит как исход операции, так выбор метода лечения. Эти параметры используются в прогностических номограммах с целью предсказания исходов операции, как уже было указано в главе 1. Чаще всего в номограммы включаются следующие показатели: размер конкремента, количество камней, анатомия собирательной системы почек. Размер может быть представлен в номограмме как максимальным диаметром, так и площадью поверхности или объемом. Анатомия собирательной системы может рассматриваться с разных сторон: либо учитывается наличие аномалий почки, либо величина шеечно-лоханочного угла при камнях нижней группы чашечек, длина шейки чашечки (расстояние между точкой дистального края чашечки с камнем и между средней точкой нижней губы лоханки). Локализация камня может учитываться как просто констатация факта его расположения в нижней чашечке, а может рассматриваться по количеству вовлеченных структур ЧЛС. Наличие обструкции, т.е. пиелокаликоектазии, также учитывается в ряде номограмм. Гораздо реже в прогностические модели включается плотность конкремента и опыт хирурга. И практически никогда не

учитывается предпочтение хирурга и/или желание пациента, т.е. сам вид нефролитотрипсии [28, 29, 47, 69, 75, 83, 86, 87, 126].

Разделив всех пациентов на тех, у кого был достигнут SF и у кого SF достигнут не был, в нашем исследовании мы выделили факторы, которые непосредственно оказывали влияние на данный параметр. К ним относились: возраст, вмешательства в анамнезе, размер камня и анатомия ЧЛС по Sampaio, а именно – тип A1.

Анамнез пациента в нашем исследовании подразумевает вмешательства по удалению камней на стороне интереса. Существуют номограммы, где вмешательства по поводу камней в анамнезе также были внесены в прогностическую модель, т.е. имели достоверное влияние на исход операции [27, 85]. Кроме прямой корреляции между исходами операции и данным параметром, есть и косвенные признаки, подтверждающие эту связь. Например, Nakan Türk в своем исследовании 1635 перкутанных вмешательств заключил, что ДЛТ в анамнезе повышает риск кровотечения при перкутанной хирургии [55]. Безусловно, повышенная геморрагия при эндоскопическом вмешательстве не только затрудняет визуализацию, но может и послужить причиной немедленного прекращения операции и установки дренажа с проведением последующей гемостатической терапии. Группа авторов из Бразилии и Франции проанализировали эффективность РИРХ у пациентов, перенесших ранее ПНЛ. SFR статистически достоверно был выше, если РИРХ выполнялось в рамках первичного лечения, 74,8% против 49,1% [50]. Авторы связывают это с тем, что после ПНЛ у 26,3% пациентов встречается сужение шейки чашечки, через которую осуществлялся доступ в почку. В нашем исследовании в 62,5% случаев в группе пациентов с резидуальными фрагментами уже были вмешательства в анамнезе против 29,3% в группе, где удалось достичь состояния, свободного от камней.

Анатомия ЧЛС практически традиционно учитывается при планировании хирургического вмешательства по поводу камня почки. В основном внимание обращено на нижний сегмент почки, так как именно камни нижней чашечки считаются труднодоступными из-за возможного острого шеечного-лоханочного

угла [5, 19, 68]. Однако среди урологов и в отношении влияния шеечно-лоханочного угла на эффективность операции нет единого мнения. Nakan Kilicarslan и соавторы, проанализировав влияние шеечно-лоханочного угла, длины шейки чашечки и ширины шейки чашечки, заключили, что только последний параметр имел значение в отношении успеха РИРХ. В нашем исследовании величина шеечно-лоханочного угла также не имела статистической значимости в отношении достижения SF, также статистически достоверно не различалась среди групп различных методов нефролитотрипсии. При этом в абсолютных значениях чаще наблюдался угол менее 90° при обоих измерениях.

Из анатомических характеристик только тип A1 по Samraio имел достоверное влияние на состояние, свободное от камней. Согласно данной классификации, типа A1 характеризуется тем, что средняя группа чашечек дренируется в верхнюю и/или среднюю группу чашечек. В отечественном исследовании проф. Б.Г. Гулиева, посвященном влиянию анатомии нижней группы чашечек на эффективность лечения МКБ, было выявлено, что в группе с ЧЛС типа A1 чаще наблюдается шеечно-лоханочный угол более 90° при измерении по Elbahnasy, а ширина шейки нижней группы чашечек оказалась больше в ЧЛС типа A1. В другом крупном анатомическом исследовании было выявлено, что именно тип AI встречается на аутопсиях чаще (38%), нежели другие типы строения ЧЛС (AII – 12%, BI – 29% и BII – 20%). При этом авторы отмечают, что собирательные системы типа AI характеризуются двумя длинными и крупными чашечками верхнего и нижнего сегментов, что создает сложности в маневренности инструмента при его заведении со стороны верхнего или нижнего сегментов (Рисунок 34).

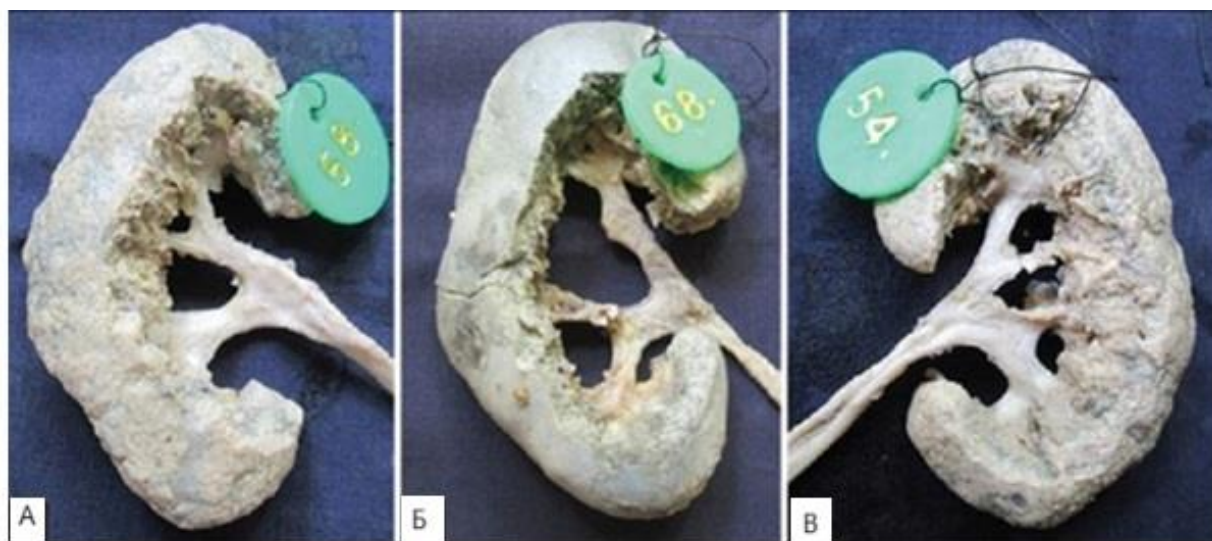


Рисунок 34 – Тип AI по классификации Samraio: дренирование средней зоны в большую чашечку верхнего сегмента (А); дренирование средней зоны в большую чашечку нижнего сегмента (Б); дренирование средней зоны в большие чашечки как верхнего, так и нижнего сегмента (В)

В других морфологических исследованиях также было подтверждено, что тип AI встречается чаще среди населения [120]. Таким образом, строение типа AI создает дополнительные трудности, например, при миграции конкремента во время литотрипсии.

В нашем исследовании возраст стал параметром, различающимся в группах, где был достигнут SF и где он достигнут не был. При этом в последней группе медиана составила 57,0, а в группе, где удалось достичь состояния, свободного от камней, медиана составила 46,0. Такой параметр, как возраст, достаточно редко можно встретить в прогностических номограммах. При этом необходимо отметить, что в целом в подобных научных трудах редко учитывается прием тех или иных лекарственных препаратов, а также наличие тех или иных сопутствующих заболеваний. Старший возраст ассоциируется с более отягощенным соматическим статусом, т.е. более частым приемом антикоагулянтов. Есть публикации, где сахарный диабет в анамнезе пациента является убедительным фактором риска развития кровотечения при ПНЛ [93]. Как уже было сказано выше, геморрагия может ухудшать интраоперационную визуализацию и влиять на исход операции. В предложенной номограмме коллегами из Китая возраст также является объективным фактором, влияющим на SFR, и используется в номограмме [112].

Кроме того, в этом же исследовании коллеги построили номограмму риска развития кровотечения при ПНЛ, куда также был включен возраст как статистически значимый показатель того или иного исхода. С учетом малочисленности подобных исследований, а также для упрощения использования номограммы в клинической практике возраст пациентов не вошел в финальную номограмму.

Последним параметром, влияющим на SFR в нашем исследовании, являлся размер конкремента. Медиана размера и объема камня была ниже в группе, где достигнуто состояние, свободное от камней: 11,0 (9,0; 13,0) и 424,1 (230,9; 691,2), соответственно. В то время как в группе, где SF не достигнут, диаметр и объем были значительно выше: 14,0 (13,0; 18,0) и 952,9 (667,1; 2314,3), соответственно. Размер учитывается практически в каждой номограмме, так как, несомненно, влияет на исход операции. Важно отметить, что в нашем исследовании медианы размеров камня были выше всего в группе микро-ПНЛ, т.е. в той группе, где SFR оказался ниже всего. А в группе, где был достигнут наибольший SFR, в группе РИРХ, медианы размеров камня оказались наименьшими, хоть разница и не была статистически достоверной. Несмотря на это, для микро-ПНЛ мы получили SFR ниже, чем по данным как отечественных, так и зарубежных исследований. Вероятнее всего, такие результаты были обусловлены отсутствием пассивной эвакуации фрагментов, которая может быть достигнута путем предварительной установки мочеточникового кожуха размером 10–12 F [11, 26].

4.2 Безопасность минимально инвазивной эндоскопической нефролитотрипсии

Общий процент осложнений 1 и 2 классов, класса IIIa и класса IIIb по Clavien-Dindo составил 5,5%, 9,9% и 5,5%, соответственно. Осложнения класса I–II были связаны с повышением температуры тела и/или выраженным болевым синдромом, требовавшие только медикаментозной коррекции. Осложнения 3 класса достоверно не различались среди групп. В группе РИРХ единственное осложнение

класса IIIa было вызвано миграцией стента каудально в в/3 мочеточника, что вызывало выраженные стент-ассоциированные симптомы и потребовало его удаления под местной анестезией. Из осложнений, относящихся к классу IIIa, у трех пациентов в группе микро-ПНЛ и у двух пациентов в группе мини-ПНЛ наблюдалось неадекватное функционирование нефростомического дренажа на фоне миграции и/или закупорки сгустком крови, что потребовало коррекции и/или промывания. Двум пациенткам с осложнениями класса IIIa из группы микро-ПНЛ выполнена установка внутреннего мочеточникового стента из-за миграции наружного мочеточникового катетера на 1-е сутки после операции. Двум пациентам из группы мини-ПНЛ с осложнениями класса IIIa установлены внутренние мочеточниковые стенты на 4-е сутки после операции в связи с непрекращающимся подтеканием мочи по нефростомическому ходу после удаления нефростомы на вторые сутки. С учетом отсутствия у данных пациентов резидуальных фрагментов такое состояние, вероятнее всего, обусловлено высоким ИМТ. В группе мини-ПНЛ три из четырех осложнений класса IIIb были ассоциированы с резидуальным фрагментом, мигрировавшим в мочеточник, что привело к почечной колике. Как было сказано выше, этим пациентам выполнено повторное вмешательство в виде ригидной уретероскопии, литоэкстракции. Оставшимся двум пациентам был установлен внутренний мочеточниковый стент на 4-е сутки после операции в связи возникновением каликопиелозктазии после удаления нефростомических дренажей. В группе микро-ПНЛ два осложнения класса IIIb были ассоциированы с интраоперационной конверсией на макси-ПНЛ из-за плохой визуализации на фоне обильной геморрагии с развитием тампонады лоханки. Значимых различий по уровню гемоглобина в 1-е сутки после операции в группах не зарегистрировано.

Полученные результаты сопоставимы с мировыми данными. В крупных метаанализах, описанных ранее, также достоверной разницы в осложнениях между группами минимально инвазивной перкутанной нефролитотрипсии и РИРХ выявлено не было, в то время как стандартная ПНЛ ассоциирована с большим количеством осложнений [49, 97]. При этом среди минимально инвазивных

методов эндоскопической нефролитотрипсии осложнений 4 класса по Clavien-Dindo также выявлено не было. В ряде исследований регистрируется большее снижение гемоглобина в группах минимально инвазивной нефролитотрипсии по сравнению с РИРХ, однако разницы по количеству гемотрансфузий не наблюдается. В нашем исследовании разницы в уровне гемоглобина до и после операции между группами выявлено не было.

Продолжительность госпитализации по результатам нашего исследования достоверно различалась в группах. Наименьшая продолжительность наблюдалась в группе РИРХ, наибольшая – в группе мини-ПНЛ и промежуточная – в группе микро-ПНЛ. Медианы составили 5,0 (3,0; 5,0), 6,5 (5,0; 7,0) и 6,0 (5,0; 8,0) к/д, соответственно. Аналогично нашим результатам, по данным мировой литературы, в частности по данным приведенных ранее метаанализов, группа РИРХ характеризуется меньшей продолжительностью госпитализации [49, 97].

Длительность операции по результатам нашего исследования была выше в группе мини-ПНЛ, где медиана составила 80 (55,0; 103,8) минут. В группе РИРХ выявлена наименьшая длительность операции – 45,0 (40,0; 68,8) мин. В группе микро-ПНЛ медиана составила 70,0 (50,0; 82,5). В данном случае наши результаты отличаются от данных мировой литературы. Как правило, мини-ПНЛ характеризуется либо меньшей длительностью операции по сравнению с РИРХ, либо группы достоверно не различаются по данному параметру [49, 80]. Мы считаем, что в нашем исследовании были получены такие данные в связи с большим количеством пациентов с высоким ИМТ в группах микро-ПНЛ и мини-ПНЛ, где медиана ИМТ составила 30,0 (22,8; 34,0) и 27,0 (24,0; 30,0), соответственно. В то время как в группе РИРХ наблюдалась наименьшая медиана ИМТ – 26,0 (24,0; 29,0) кг, хоть разница и не была статистически значимой. Соответственно, при высоком ИМТ доступ в почку затрудняется и длительность операции может увеличиваться. Кроме того, важно отметить, что в группах микро-ПНЛ и мини-ПНЛ размеры камня были выше, нежели в группе РИРХ – 685,4 (355,3; 932,5), 478,3 (210,5; 2289,6) против 416,8 (244,3; 565,5) мм³, соответственно. При этом разница не была статистически достоверной. Как уже упоминалось в

главе 1, каждые дополнительные 100 мм³ объема увеличивают время операции на 2 минуты [111].

4.3 Корреляция времени операции и размера конкремента

Как уже было сказано выше, при выборе метода оперативного лечения камней почек необходимо ориентироваться в том числе и на размер конкремента. Чаще всего размер отражается максимальным диаметром, который является двумерным измерением и не может в полной мере описать реальный размер камня, так как он является трехмерной фигурой. Поэтому одной из задач данной диссертационной работы был анализ корреляции между временем операции и размерами камня, описываемыми максимальным диаметром, площадью поверхности и объемом.

В общей выборке корреляция между временем операции и размерами камня была умеренная, r составил 0,72, 0,76 и 0,73 для максимального диаметра, площади поверхности и объема конкремента. При анализе этой связи внутри групп нигде не была выявлена более высокая корреляция между объемом камня и временем операции, нежели для других размеров. При этом важно отметить, что наибольшая корреляция была обнаружена в группе микро-ПНЛ, где r составили 0,92, 0,84 и 0,92 для объема конкремента, площади поверхности и максимального диаметра, соответственно. Что примечательно, медиана объема камня была наибольшей именно в группе микро-ПНЛ. В некоторых исследованиях указывается, что размер камня влияет на исходы операции начиная с определенной величины. Как правило, эта величина выше 2 см [52, 57]. Таким образом, размер камня действительно влияет на длительность операции, и при увеличении размера камня корреляционная связь именно между объемом камня и временем операции становится выше.

4.4 Алгоритм выбора метода минимально инвазивной эндоскопической нефролитотрипсии

Одной из задач данной диссертационной работы было создание алгоритма выбора метода минимально инвазивной эндоскопической нефролитотрипсии. Существует множество номограмм, прогнозирующих вероятность достижения состояния, свободного от камней, после того или иного вида нефролитотрипсии. Однако все существующие номограммы предлагают односторонний подход, а именно не предлагают внутри одной номограммы оценить риски всех видов минимально инвазивной нефролитотрипсии. Более того, практически все существующие номограммы для ПНЛ были созданы на базе исследований со стандартной нефролитотрипсией, а не мини-ПНЛ или микро-ПНЛ. Авторы подобных номограмм предлагают использовать несколько номограмм для каждого метода, чтобы подобрать наиболее оптимальный вариант лечения [47].

Как уже было сказано выше, в номограмму мы включили параметры, которые статистически достоверно различались в группах, где было достигнуто состояние, свободное от камней, и где оно достигнуто не было (возраст, вмешательства в анамнезе, размер камня и анатомия ЧЛС по Samprao, а именно тип A1). Кроме этих параметров, с целью персонификации номограммы и возможности учета как предпочтений хирурга, так и желания пациента, мы включили в номограмму виды минимально инвазивной нефролитотрипсии. И чтобы не перегружать номограмму, с учетом того, что в вышеперечисленных номограммах этот показатель не фигурировал, мы убрали возраст пациентов. Таким образом, в финальную номограмму были включены следующие параметры: вмешательства в анамнезе, размер камня, анатомия ЧЛС по Samprao (тип A1) и метод минимально инвазивной нефролитотрипсии.

С учетом того, что изначально мы выдвинули гипотезу о том, что расчет объема камня позволит более точно описать длительность операции, мы построили номограммы как с объемом конкремента, так и с максимальным диаметром. После проверки статистических показателей клинической ценности обоих номограмм

выяснилось, что ROC-AUC для A.S.A.P с максимальным диаметром была незначительно выше, нежели A.S.A.P с объемом, 0,86 против 0,83, соответственно. При этом A.S.A.P с максимальным диаметром обладала большей специфичностью (1,0), но меньшей чувствительностью (0,5) по сравнению с A.S.A.P с объемом, где специфичность и чувствительность были равны 0,95 и 0,67, соответственно. Учитывая специфику нашего исследования, мы полагаем, что подобные прогностические модели должны чаще выявлять истинно отрицательные результаты. А именно они должны с большей точностью отражать долю отрицательных результатов, которые правильно идентифицированы как таковые. Таким образом, пациенты с реально низкой вероятностью получить резидуальный фрагмент должны быть классифицированы именно как таковые. Необходимо минимизировать вероятность того, что пациенты с высоким риском наличия резидуального фрагмента будут ошибочно отнесены к группе с низким риском. Таким образом, мы уделяем большее внимание специфичности теста, нежели чувствительности. При этом точность номограмм была одинаковой – 0,88. Таким образом, мы считаем, что A.S.A.P с максимальным диаметром может быть предложена как алгоритм выбора того или иного минимально инвазивного метода эндоскопической нефролитотрипсии, которая будет удобна клиницистам в их ежедневной практике.

По результатам построения дерева решений нами были определены параметры, которые в наибольшей степени влияют на исход лечения. Ими оказались размер камня более 11 мм, наличие вмешательств в анамнезе, а также типа ЧЛС AI (по Sampraió). Таким образом, у нас появился уточняющий критерий, а именно 11 мм в группе камней до 2 см, по преодолению которого дерево решений видит разный возможный исход. У дерева решений с объемом конкремента были получены более низкие показатели клинической значимости предиктивной модели, в связи с чем в финальный алгоритм объем не был включен. Созданный алгоритм представлен в виде удобной блок-схемы, как помощник в выборе того или иного метода минимально инвазивной эндоскопической нефролитотрипсии, которая будет удобна клиницистам в их ежедневной практике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на многочисленные исследования по изучению эффективности эндоскопической нефролитотрипсии, а также предикторов, влияющих на ее эффективность, до сих пор не определены оптимальные показания для того или иного вида вмешательства. Стремление снизить вероятность оставления резидуального фрагмента при условии соблюдения максимальной безопасности (т.е. с использованием минимально инвазивных технологий) стимулирует проведение новых исследований. Ввиду большого количества доступных методов для эндоскопического удаления камней почек до 2 см в сочетании с отсутствием оптимальных алгоритмов выбора того самого метода, в урологическом сообществе и возникают подобные противоречия.

В целом, наше исследование указывает, что есть ряд немодифицируемых факторов, которые необходимо учитывать при планировании оперативного вмешательства: наличие вмешательства в анамнезе, размер конкремента и анатомия собирательной системы почки. При этом мы построили прогностические модели, включившие в себя как вышеперечисленные признаки, так и непосредственно сам метод нефролитотрипсии. Данный подход позволил создать алгоритм выбора метода минимально инвазивной нефролитотрипсии внутри одной схемы, адаптированной к использованию в ежедневной практике. Также мы определили целесообразность измерения размера конкремента в единицах объема, а не длины, не только как более «весомого» предиктора длительности операции, но и как фактора, обеспечивающего более высокие показатели прогностической ценности прогностических моделей.

В дальнейшем мы планируем проведение мультицентровых исследований с большим количеством пациентов для определения как клинической валидности данного алгоритма, так и дальнейшей модернизации алгоритма.

ВЫВОДЫ

1. Эффективность методов минимально инвазивной нефролитотрипсии при камнях до 2 см составила: при РИРХ – 93,3%, при мини-ПНЛ – 84,4%, при микро-ПНЛ – 65,5%.
2. Осложнения легкой степени (I и II класс по Clavien-Dindo) в группах минимально инвазивной нефролитотрипсии при камнях до 2 см составили: РИРХ – 0%, мини-ПНЛ – 3,5%, микро-ПНЛ – 25%. Осложнения классов IIIa и IIIb составили: РИРХ – 3,3% и 0%, соответственно, мини-ПНЛ – 12,5% и 15,6%, микро-ПНЛ – 17,2% и 6,9%. Осложнения IV и V классов не отмечены.
3. Среди методов минимально инвазивной нефролитотрипсии при камнях до 2 см РИРХ имеет наименьшую длительность операции и продолжительность госпитализации, с медианами 45,0 мин и 5,0 к/д, соответственно.
4. Статистически значимых преимуществ в расчете объема конкремента перед максимальным диаметром не выявлено. Разница в коэффициентах корреляции не превышала 0,09 в группе РИРХ, 0,07 в группе мини-ПНЛ, 0,08 в группе микро-ПНЛ.
5. Наличие собирательной системы типа AI по Sampraio статистически достоверно влияла на частоту полного избавления от камней во всех группах минимально инвазивной нефролитотрипсии при камнях до 2 см ($p = 0,035$).
6. Разработанный алгоритм выбора метода минимально инвазивной нефролитотрипсии при камнях до 2 см, с учетом персонифицированных данных, позволит повысить эффективность лечения пациентов с мочекаменной болезнью.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При камнях мелких и средних размеров рекомендовано выполнение минимально инвазивной эндоскопической нефролитотрипсии.
2. Всем пациентам перед проведением эндоскопической нефролитотрипсии рекомендовано выполнение КТ с контрастным усилением для оценки анатомии ЧЛС по классификации Samraio.
3. РИРХ, мини-ПНЛ и микро-ПНЛ могут быть рекомендованы в равной степени при размере камня 11 мм и менее.
4. Пациенту с камнями 12–20 мм, при условии отсутствия типа ЧЛС AI, методом выбора является РИРХ. Если выполнить РИРХ невозможно, пациенту с той же эффективностью могут быть предложены минимально инвазивные перкутанные методы в случае камней ≤ 13 мм или > 13 мм, при условии отсутствия вмешательств на почке в анамнезе и не при типе ЧЛС AI.
5. При камнях средних и мелких размеров расчет объема, как предиктора длительности операции, вместо оценки максимального диаметра не рекомендован.
6. С целью повышения эффективности микро-ПНЛ необходимо устанавливать мочеточниковый кожух 10–12 Ch вместо наружного мочеточникового катетера. Это обеспечит пассивное вымывание резидуальных фрагментов.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВМП – верхние мочевые пути

ДЛТ – дистанционная литотрипсия

ИМТ – индекс массы тела

Микро-ПНЛ – микроперкутанная нефролитотомия

Мини-ПНЛ – мини-перкутанная нефролитотомия

МКБ – мочекаменная болезнь

ПНЛ – перкутанная нефролитотомия

РИРХ – ретроградная интратрениальная хирургия

УРС – уретерореноскопия

ЧЛС – чашечно-лоханочная система

SF – stone free

SFR – stone free rate

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аль-Шукри, С.Х. Современные подходы к патогенезу, лечению и метафилактике уратного уролитиаза / С.Х. Аль-Шукри, М.Н. Слесаревская, И.В. Кузьмин // Эффективная фармакотерапия. – 2019. – Т. 15, № 16. – С. 46-51.
2. Влияние анатомии полостной системы почек на результаты микроперкутанной нефролитотрипсии / В.В. Протощак, М.В. Паронников, Д.Н. Орлов [и др.] // Экспериментальная и клиническая урология. – 2024. – Т. 17, № 2. – С. 90-95.
3. Гаджиев, Н.К. Инновационные технологии лечения и метафилактики нефролитиаза: дис. докт. мед. наук: 14.01.23 / Гаджиев Нариман Казиханович. – СПб., 2018. – 243 с.
4. Горелов, Д.С. Резидуальные камни почек после перкутанной нефролитотрипсии: современные методы диагностики и удаления: дис. канд. мед. наук: 3.1.13 / Горелов Дмитрий Сергеевич. – СПб., 2023. – 113с.
5. Гулиев, Б.Г. Влияние анатомии нижней группы чашечек почек на риск резидуальных фрагментов при лечении МКБ / Б.Г. Гулиев, В.М. Черемисин, А.Э. Талышинский // Вестник урологии. – 2019. – Т. 7, № 3. – С. 5-13.
6. Заболеваемость мочекаменной болезнью в Российской Федерации (2005-2016 годы) / О.И. Аполихин, А.В. Сивков, В.А. Комарова [и др.] // ЭКУ. – 2018. – № 4. – С. 4-14.
7. Заболеваемость мочекаменной болезнью в Российской Федерации с 2005 по 2020 гг. / А.Д. Каприн, О.И. Аполихин, А.В. Сивков [и др.] // Экспериментальная и клиническая урология. – 2022. – № 2. – С. 10-17.
8. Зенков, С.С. Клиническое значение анатомических аспектов перкутанной хирургии почки / С.С. Зенков, В.Г. Владимиров, Э.К. Мирзалиев // Вестник Российского государственного медицинского университета. – 2008. – № 6. – С. 74-78.
9. Критерии выбора минимально инвазивных методов эндоскопического лечения мочекаменной болезни в зависимости от параметров конкремента / Н.И.

Сорокин, Е.В. Афанасьевская, А.М. Кадышева [и др.] // Вестник урологии. – 2023. – №2. – С. 122-131.

10. Методы хирургического лечения мочекаменной болезни в современной урологической практике / И.В. Зубков, В.Н. Крупин, В.В. Рогачиков [и др.] // Справочник врача общей практики. – 2022. – № 5. – С. 6-14.

11. Микроперкутанная лазерная нефролитотрипсия / А.Г. Мартов, С.В. Дутов, С.В. Попов [и др.] // Урология. – 2019. – № 3. – С. 72-799.

12. Мини-ПНЛ, микро-ПНЛ или РИРХ: сравнение эффективности и безопасности при камнях почек до 2 см / Н.И. Сорокин, Е.В. Афанасьевская, А.М. Кадышева [и др.] // Урология. – 2023. – № 4. – С. 98-104.

13. Мочекаменная болезнь. Клинические рекомендации. МКБ 10:N20 / Минздрав РФ. – Москва, 2020. – 60 с.

14. Наш опыт применения микроперкутанной нефролитотрипсии в лечении крупных камней / С.В. Попов, И.Н. Орлов, А.Г. Мартов [и др.] // Экспериментальная и клиническая урология. – 2018. – № 4. – С. 48-53.

15. Осложнения перкутанной нефролитотрипсии: диагностика и лечение / Н.К. Гаджиев, В.М. Обидняк, Д.С. Горелов [и др.] // Урология. – 2020. – № 5. – С. 139-148.

16. Первоначальный опыт клинического применения тулиевой контактной литотрипсии в трансуретральном лечении мочекаменной болезни / А.Г. Мартов, Д.В. Ергаков, М.А. Гусейнов [и др.] // Урология. – 2018. – № 1. – С. 112-120.

17. Песегов, С.Т. Оптимизация критериев отбора и выбора оперативного лечения коралловидного нефролитиаза: дис. докт. мед. наук: 14.01.23 / Песегов Станислав Вадимович. – М., 2015. – 148 с.

18. Резидуальные камни после ПНЛ: проблемы диагностики и лечения (обзор литературы) / Д.С. Горелов, Н.К. Гаджиев, Г.Н. Акопян [и др.] // Экспериментальная и клиническая урология. – 2019. – № 1. – С. 57-63.

19. Система «ACS» или новый способ прогнозирования эффективности перекутанной нефролитотомии / Н.К. Гаджиев, В.Е. Григорьев, Д.А. Мазуренко [и др.] // Экспериментальная и клиническая урология. – 2016. – № 3. – С. 52-56.

20. Современные представления о эпидемиологии и патогенезе уролитиаза / В.Ф. Куликовский, С.В. Шкодкин, С.А. Батищев [и др.] // Научные результаты биомедицинских исследований. – 2016. – Т. 2, № 4. – С. 4-12.
21. Современный взгляд на скрининг мочекаменной болезни / М.Ю. Просяников, Д.А. Войтко, Н.В. Анохин [и др.] // Экспериментальная и клиническая урология. – 2022. – № 1. – С. 60-66.
22. Сравнение клинической эффективности гольмиевой и тулиевой уретеролитотрипсии / С.В. Попов, И.Н. Орлов, Д.А. Сытник [и др.] // Экспериментальная и клиническая урология. – 2020. – № 4. – С. 30-34.
23. Урология : учебник / Под ред. проф. С. Х. Аль-Шукри. – 2-е изд., перераб. и доп. – М : ГЭОТАР – Медиа, 2022. – 640 с.
24. Фролова, В.Д. Использование номограмм в медицинской науке и практике / В.Д. Фролова // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2016. – Т. 6, № 5. – С. 683-68.
25. Эпидемиология мочекаменной болезни и результаты пилотного исследования использования фиброкаликолитотрипсии / И.В. Зубков, В.Х. Битеев, П.Н. Коротаев [и др.] // РМЖ. – 2021. – № 8. – С. 7-10.
26. Эффективность микроперкутанной нефролитотрипсии при конкрементах почек различных размеров / С.В. Орлов, И.Н. Пазин, Е.В. Афанасьевская [и др.] // Бюллетень медицинской науки. – 2024. – № 36(4). – С. 77-82.
27. A nephrolithometric nomogram to predict treatment success of percutaneous nephrolithotomy / A. Smith, T.D. Averch, K. Shahrour [et al.] // J Urol. – 2013. – Vol. 190, № 1. – P. 149-156.
28. A new scoring system for predicting stone-free rate after retrograde intrarenal surgery: the «resorlu-unsal stone score» / B. Resorlu, A. Unsal, H. Gulec, D. Oztuna // Urology. – 2012. – Vol. 80, № 3. – P. 512-518.
29. A novel clinical-radiomics model pre-operatively predicted the stone-free rate of flexible ureteroscopy strategy in kidney stone patients / Y. Xun, M. Chen, P. Liang [et al.] // Front Med (Lausanne). – 2020. – Vol. 7. – Article 576925.

30. A user-friendly application to automate CT renal stone measurement / J.B. Ziemba, P. Li, R. Gurnani [et al.] // *J Endourol.* – 2018. – Vol. 32, № 8. – P. 685-691.
31. Advances in CT imaging for urolithiasis / Y. Andrabi, M. Patino, C.J. Das [et al.] // *Indian Journal of Urology.* – 2015. – Vol. 31, № 3. – P. 185-193.
32. Advances in the surgical management of nephrolithiasis / C.G. Marguet, W.P. Springhart, B.K. Auge, G.M. Preminger // *Minerva Urol Nefrol.* – 2004. – Vol. 56, № 1. – P. 33-48.
33. Bagley, D. Use of the holmium laser in the upper urinary tract / D. Bagley, M. Erhard // *Techniques in Urology.* – 1995. – Vol. 1. – P. 25-30.
34. Bagley, D.H. Flexible ureteropyeloscopy: diagnosis and treatment in the upper urinary tract / D.H. Bagley, J.L. Huffman, E.S. Lyon // *Journal of Urology.* – 1987. – Vol. 138. – P. 280-285.
35. Binsaleh, S. Knowledge, attitudes, and practice patterns of recurrent urinary stones prevention in Saudi Arabia / S. Binsaleh, M. Habous, K. Madbouly // *Urolithiasis.* – 2016. – Vol. 44. – P. 135-143.
36. Can we successfully predict the outcome for extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) for medium size renal stones? A single-center experience / H. Elawady, M.A. Mahmoud, M. Samir [et al.] // *Urologia.* – 2022. – Vol. 89, № 2. – P. 235-239.
37. Comparison among the available stone treatment techniques from the first European Association of Urology Section of Urolithiasis (EULIS) Survey: Do we have a Queen? / S.P. Zanetti, M. Talso, F. Palmisano [et al.] // *PLoS One.* – 2018. – Vol. 13, № 11. – P. e0205159.
38. Comparison of Micro-Percutaneous and Mini-Percutaneous Nephrolithotomy in the Treatment of Renal Stones: A Systematic Review and Meta-Analysis / X. Gao, W. Wang, L. Peng [et al.] // *Front Surg.* – 2021. – Vol. 8. – P. 74301.
39. Comparison of retrograde intrarenal surgery and micro-percutaneous nephrolithotomy for kidney stones: a meta-analysis / Z. Gu, Y. Yang, R. Ding [et al.] // *Urologia Internationalis.* – 2021. – Vol. 105, № 1-2. – P. 64-70.

40. Complications associated with ureterorenoscopy (URS) related to treatment of urolithiasis: the Clinical Research Office of Endourological Society URS Global study / B.K. Somani, G. Giusti, Y. Sun [et al.] // *World J Urol.* – 2017. – Vol. 35, № 4. – P. 675-681.
41. Complications, re-intervention rates, and natural history of residual stone fragments after percutaneous nephrolithotomy / A.S. Emmott, H.L. Brotherhood, R.F. Paterson [et al.] // *J Endourol.* – 2018. – Vol. 32, № 1. – P. 28-32.
42. Contemporary considerations in the management and treatment of lower pole stones / R. Alam, B.R. Matlaga, A. Alam [et al.] // *International Brazilian Journal of Urology.* – 2021. – Vol. 47, № 5. – P. 957-968.
43. Contemporary surgical trends in the management of upper tract calculi / D.T. Oberlin, A.S. Flum, L. Bachrach [et al.] // *J Urol.* – 2015. – Vol. 193, № 3. – P. 880-884.
44. Corrales, M. Moses and Moses 2.0 for laser lithotripsy: Expectations vs. reality / M. Corrales, A. Sierra, O. Traxer // *Journal of Clinical Medicine.* – 2022. – Vol. 11. – P. 4828.
45. Current role of microperc in the management of small renal calculi / R.B. Sabnis, R. Ganesamoni, A.P. Ganpule [et al.] // *Indian J Urol.* – 2013. – Vol. 29, № 3. – P. 214-218.
46. Desai, J. Ultra-mini percutaneous nephrolithotomy (UMP): One more armamentarium / J. Desai, R. Solanki // *BJU International.* – 2013. – Vol. 112. – P. 1046-1049.
47. Development and internal validation of a nomogram for predicting stone-free status after flexible ureteroscopy for renal stones / H. Ito, K. Sakamaki, T. Kawahara [et al.] // *BJU International.* – 2015. – Vol. 115, № 3. – P. 446-451.
48. Differences in ureteroscopic stone treatment and outcomes for distal, mid-, proximal, or multiple ureteral locations: the Clinical Research Office of the Endourological Society ureteroscopy global study / E. Perez Castro, P.J. Osther, V. Jingga [et al.] // *Eur Urol.* – 2014. – Vol. 66, № 1. – P. 102-109.

49. Different Tract Sizes of Miniaturized Percutaneous Nephrolithotomy Versus Retrograde Intrarenal Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis / X.S. Gao, B.H. Liao, Y.T. Chen [et al.] // J Endourol. – 2017. – Vol. 31, № 11. – P. 1101-1111.

50. Does previous standard percutaneous nephrolithotomy impair retrograde intrarenal surgery outcomes? / A. Danilovic, F.C.M. Torricelli, G.S. Marchini [et al.] // International Brazilian Journal of Urology. – 2021. – Vol. 47, № 6. – P. 1198-1206.

51. Does unenhanced computerized tomography as imaging standard post-retrograde intrarenal surgery paradoxically reduce stone-free rate and increase additional treatment for residual fragments? Outcomes from 5395 patients in the FLEXOR study by the TOWER group / V. Gauhar, D. Castellani, B.H. Chew [et al.] // Ther Adv Urol. – 2023 – Vol. 15. – P. 1756.

52. Doykov, M. Factors Affecting Residual Stone Rate, Operative Duration, and Complications in Patients Undergoing Minimally Invasive Percutaneous Nephrolithotomy / M. Doykov, G. Kostov, K. Doykova // Medicina (Kaunas). – 2022. – Vol. 58, № 3. – P. 422.

53. EAU Guidelines. Edn. presented at the EAU Annual Congress. – Paris, 2024. – ISBN 978-94-92671-23-3.

54. Effectiveness of percutaneous nephrolithotomy, retrograde intrarenal surgery, and extracorporeal shock wave lithotripsy for treatment of renal stones: A systematic review and meta-analysis / C.H. Kim, D.Y. Chung, K.H. Rha [et al.] // Medicina (Kaunas). – 2020. – Vol. 57, № 1. – P. 26.

55. Effects of previous unsuccessful extracorporeal shockwave lithotripsy treatment on the performance and outcome of percutaneous nephrolithotomy / H. Türk, M. Yoldaş, T. Süelözgen [et al.] // Arab J Urol. – 2017. – Vol. 15, № 2. – P. 94-99.

56. Efficacies of various surgical regimens in the treatment of renal calculi patients: a network meta-analysis in 25 enrolled controlled clinical trials / Y.B. Wang, Y.X. Cui, J.N. Song [et al.] // Kidney Blood Press Res. – 2018. – Vol. 43, № 4. – P. 1183-1198.

57. Elbakary, M.R. Factors affecting use of flexible ureteroscope in large renal stones; stone size or stone composition / M.R. Elbakary // *Urol Ann.* – 2022. – Vol. 14, № 4. – P. 336-339.
58. Epidemiology of stone disease across the world / I. Sorokin, C. Mamoulakis, K. Miyazawa [et al.] // *World J Urol.* – 2017. – Vol. 35, № 9. – P. 1301-1320.
59. External validation and comparison of the scoring systems (S.T.O.N.E, GUY, CROES, S-ReSC) for predicting percutaneous nephrolithotomy outcomes for staghorn stones: A single center experience with 160 cases / S. Yarimoglu, I.H. Bozkurt, O. Aydogdu [et al.] // *Kaohsiung J Med Sci.* – 2017. – Vol. 33, № 10. – P. 516-522.
60. Fernstrom, I. Percutaneous pyelolithotomy: A new extraction technique / I. Fernstrom, B. Johansson // *Scand J Urol Nephrol.* – 1976. – Vol. 10. – P. 257-259.
61. Flexible ureteroscopy for renal stones / M. Cepeda, J.H. Amón, J.A. Mainez [et al.] // *Actas Urológicas Españolas.* – 2014. – Vol. 38. – P. 571-575.
62. Fried, N.M. Advances in laser technology and fibre-optic delivery systems in lithotripsy / N.M. Fried, P.B. Irby // *Nat Rev Urol.* – 2018. – Vol. 15, № 9. – P. 563-573.
63. Geavlete, P. Influence of pyelocaliceal anatomy on the success of flexible ureteroscopic approach / P. Geavlete, R. Multescu, B. Geavlete // *J Endourol.* – 2008. – Vol. 22, № 10. – P. 2235-2239.
64. Global trends in incidence and burden of urolithiasis from 1990 to 2019: An analysis of Global Burden of Disease Study data / J. Lang, A. Narendrula, A. El-Zawahry [et al.] // *Eur Urol Open Sci.* – 2022. – Vol. 35. – P. 37-46.
65. Gross morphological study of the renal pelvicalyceal patterns in human cadaveric kidneys / T.S. Anjana, E. Muthian, S. Thiagarajan [et al.] // *Indian Journal of Urology.* – 2017. – Vol. 33, № 1. – P. 36-40.
66. How accurate are we in estimating true stone volume? A comparison of water displacement, ellipsoid formula, and a CT-based software tool / R. Jain, M. Omar, H. Chaparala [et al.] // *Journal of Endourology.* – 2018. – Vol. 32, № 6. – P. 572-576.
67. Imaging advances in urolithiasis / J. Dale, R.T. Gupta, D. Marin, M. Lipkin, G. Preminger // *Journal of Endourology.* – 2017. – Vol. 31, № 7. – P. 623-629.

68. Influence of Lower Pole Infundibulopelvic Angle on Success of Retrograde Flexible Ureteroscopy and Laser Lithotripsy for the Treatment of Renal Stones / S.L. Dresner, V. Iremashvili, S.L. Best [et al.] // J Endourol. – 2020. – Vol. 34, № 6. – P. 655-660.
69. Initial experience and evaluation of a nomogram for outcome prediction in management of medium-sized (1-2 cm) kidney stones / S. Micali, M.C. Sighinolfi, A. Iseppi [et al.] // Eur Urol Focus. – 2022. – Vol. 8, № 1. – P. 276-282.
70. Intraoperative evaluation of ureteral access sheath-related injuries using post-ureteroscopic lesion scale / V. Guzelburc, S. Guven, M.Y. Boz [et al.] // Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques. – 2016. – Vol. 26. – P. 23-26.
71. Is infundibuloureteropelvic angle (IUPA) a significant risk factor in formation of inferior calyceal calculi? / G. Nabi, N.P. Gupta, S. Mandal [et al.] // Eur Urol. – 2002. – Vol. 42, № 6. – P. 590-593.
72. Kuo, R.L. Lower pole II: Initial results from a comparison of shock wave lithotripsy (SWL), ureteroscopy (URS), and percutaneous nephrostolithotomy (PNL) for lower pole nephrolithiasis / R.L. Kuo, J.E. Lingeman, R. Leveillee // J Urol. – 2003. – Vol. 169. – P. 486.
73. Lessons learned from the CROES percutaneous nephrolithotomy global study / G.M. Kamphuis, J. Baard, M. Westendarp, J.J. de la Rosette // World J Urol. – 2015. – Vol. 33, № 2. – P. 223-233.
74. Low-dose and standard computed tomography scans yield equivalent stone measurements / W. Sohn, R.V. Clayman, J.Y. Lee [et al.] // Urology. – 2013. – Vol. 81. – P. 231-235.
75. Lower-pole caliceal stone clearance after shockwave lithotripsy, percutaneous nephrolithotomy, and flexible ureteroscopy: impact of radiographic spatial anatomy / A.M. Elbahnasy, R.V. Clayman, A.L. Shalhav [et al.] // J Endourol. – 1998. – Vol. 12, № 2. – P. 113-119.
76. Marshall, V.F. Fiber optics in urology / V.F. Marshall // J Urol. – 1964. – Vol. 91. – P. 110-114.

77. Measuring stone volume – three-dimensional software reconstruction or an ellipsoid algebra formula? / W. Finch, R. Johnston, N. Shaida [et al.] // BJU Int. – 2014. – Vol. 113, № 4. – P. 610-614.

78. Micro-percutaneous nephrolithotomy (Microperc) for renal stones, outcomes and learning curve / F. Michel, T. Negre, M. Baboudjian [et al.] // Prog Urol. – 2021. – Vol. 31, № 2. – P. 91-98.

79. Micropercutaneous versus retrograde intrarenal surgery for the management of moderately sized kidney stones: A systematic review and meta-analysis / B. Zhang, Y. Hu, J. Gao [et al.] // Urol Int. – 2020. – Vol. 104, № 1-2. – P. 94-105.

80. Minimally invasive percutaneous nephrolithotomy versus retrograde intrarenal surgery in surgical management of upper urinary stones – A systematic review with meta-analysis / B. Jiao, Z. Luo, X. Xu [et al.] // Int J Surg. – 2019. – Vol. 71. – P. 1-11.

81. Miniperc vs shockwave lithotripsy for average-sized, radiopaque lower pole calculi: A prospective randomized study / T. Soliman, H. Sherif, A. Sebaey [et al.] // J Endourol. – 2021. – Vol. 35, № 6. – P. 896-901.

82. Mini-percutaneous nephrolithotomy versus retrograde intrarenal surgery for the treatment of 10-20 mm lower pole renal stones: A systematic review and meta-analysis / J.D. Cabrera, B.O. Manzo, J.E. Torres [et al.] // World Journal of Urology. – 2020. – Vol. 38. – P. 2621-2628.

83. Modified Seoul National University Renal Stone Complexity score for retrograde intrarenal surgery / J.W. Jung, B.K. Lee, Y.H. Park [et al.] // Urolithiasis. – 2014. – Vol. 42, № 4. – P. 335-340.

84. New and evolving concepts in the imaging and management of urolithiasis: urologists' perspective / A.R. Kambadakone, B.H. Eisner, O.A. Catalano [et al.] // Radiographics. – 2010. – Vol. 30, № 3. – P. 603-623.

85. Nomogram to predict the risk of adverse outcomes in patients with residual stones following percutaneous nephrolithotomy / F. Xie, S. Deng, K. Fei [et al.] // Int Braz J Urol. – 2023. – Vol. 49, № 5. – P. 599-607.

86. Novel prediction scoring system for simple assessment of stone-free status after flexible ureteroscopy lithotripsy: T.O.HO. score / S. Hori, H. Otsuki, K. Fujio [et al.] // International Journal of Urology. – 2020. – Vol. 27, № 9. – P. 742-747.
87. 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 [et al.] // BMC Urology. – 2022. – Vol. 22, № 1. – P. 161.
88. Oktay, C. The usefulness of the Hounsfield unit and stone heterogeneity variation in predicting the shockwave lithotripsy outcome / C. Oktay, M. Çoraplı, A. Tutuş // Diagn Interv Radiol. – 2022. – Vol. 28, № 3. – P. 187-192.
89. Only size matters in stone patients: Computed tomography-controlled stone-free rates after mini-percutaneous nephrolithotomy / D. Kokov, L. Manka, A. Beck [et al.] // Urol Int. – 2019. – Vol. 103, № 2. – P. 166-171.
90. Outcomes of retrograde intrarenal surgery in renal calculi of varying size / V. Venkatachalapathy, D.G. Palathullil, D.M. Sam [et al.] // Indian Journal of Urology: IJU: Journal of the Urological Society of India. – 2022. – Vol. 38, № 2. – P. 128-134.
91. Pearle, M.S. Urologic diseases in America project: urolithiasis / M.S. Pearle, E.A. Calhoun, G.C. Curhan // J Urol. – 2005. – Vol. 173, № 3. – P. 848-857.
92. Percutaneous nephrolithotomy versus retrograde intrarenal surgery: A systematic review and meta-analysis / D. De, R. Autorino, F.J. Kim [et al.] // European Urology. – 2015. – Vol. 67, № 1. – P. 125-137.
93. Predictive factors of bleeding and fever after percutaneous nephrolithotomy / M. Amri, S. Naouar, B. Ben Khalifa [et al.] // Tunisian Medical Journal. – 2019. – Vol. 97, № 5. – P. 667-674.
94. Prevalence and clinical importance of alternative causes of symptoms using a renal colic computed tomography protocol in patients with flank or back pain and absence of pyuria / C.L. Moore, B. Daniels, D. Singh [et al.] // Acad Emerg Med. – 2013. – Vol. 20, № 5. – P. 470-478.
95. Prognostic factors and percutaneous nephrolithotomy morbidity: a multivariate analysis of a contemporary series using the Clavien classification / J.J. De la

Rosette, J.R. Zuazu, P. Tsakiris [et al.] // *Journal of Urology*. – 2008. – Vol. 180, № 6. – P. 2489-2493.

96. Recent scoring systems predicting stone-free status after retrograde intrarenal surgery; a systematic review and meta-analysis / O. Özman, H.M. Akgül, C. Başataç [et al.] // *Cent European J Urol*. – 2022. – Vol. 75, № 1. – P. 72-80.

97. Retrograde Intrarenal Surgery Versus Miniaturized Percutaneous Nephrolithotomy for Kidney Stones >1cm: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Trials / L.A. Dorantes-Carrillo, M. Basulto-Martínez, R. Suárez-Ibarrola [et al.] // *European Urology Focus*. – 2022. – Vol. 8, № 1. – P. 259-270.

98. Retrograde intrarenal surgery vs extracorporeal shock wave lithotripsy for intermediate size inferior pole calculi: a prospective assessment of objective and subjective outcomes / B.P. Singh, J. Prakash, S.N. Sankhwar [et al.] // *Urology*. – 2014. – Vol. 83, № 5. – P. 1016-1022.

99. Retrograde intrarenal surgery vs. percutaneous nephrolithotomy vs. extracorporeal shock wave lithotripsy for lower pole renal stones 10-20 mm: A meta-analysis and systematic review / J. Junbo, L. Yugen, J. Guo [et al.] // *Urol J*. – 2019. – Vol. 16, № 2. – P. 97-106.

100. Retrograde intrarenal surgery: An expanding role in treatment of urolithiasis / M. Rodríguez-Monsalve Herrero, S. Doizi, E.X. Keller [et al.] // *Asian J Urol*. – 2018. – Vol. 5, № 4. – P. 264-273.

101. Retrograde intrarenal surgery: Past, present, and future / T. Inoue, S. Okada, S. Hamamoto, M. Fujisawa // *Investigative and Clinical Urology*. – 2021. – Vol. 62, № 2. – P. 121-135.

102. Retrospective study of single-use digital flexible ureteroscopic lithotripsy versus miniaturized percutaneous nephrolithotomy for 1.5-2.5cm lower pole renal stones / W. Meng, H. Zhang, J. Wang [et al.] // *Int Urol Nephrol*. – 2024. – Vol. 56, № 1. – P. 55-62.

103. S.T.O.N.E. nephrolithometry: novel surgical classification system for kidney calculi / Z. Okhunov, J.I. Friedlander, A.K. George [et al.] // *Urology*. – 2013. – Vol. 81, № 6. – P. 1154-1159.

104. Sampaio, F.J. Inferior pole collecting system anatomy: its probable role in extracorporeal shock wave lithotripsy / F.J. Sampaio, A.H. Aragao // *J Urol.* – 1992. – Vol. 147, № 2. – P. 322-324.
105. Sampaio, F.J.B. Surgical anatomy of the kidney. – In: *Smith's Textbook of Endourology: Ch. 12* / A.D. Smith, G.H. Badlani, D.H. Bagley [et al.]. – St. Louis: Quality Medical Publishing, 1996.
106. Seoul National University Renal Stone Complexity Score for predicting stone-free rate after percutaneous nephrolithotomy / C.W. Jeong, J.W. Jung, W.H. Cha [et al.] // *PLoS One.* – 2013. – Vol. 8, № 6. – P. e65888.
107. Shock wave lithotripsy success determined by skin-to-stone distance on computed tomography / G. Pareek, S.P. Hedican, F.T. Lee, S.Y. Nakada // *Urology.* – 2005. – Vol. 66, № 5. – P. 941-944.
108. Single-step percutaneous nephrolithotomy (microperc): The initial clinical report / M.R. Desai, R. Sharma, S. Mishra [et al.] // *Journal of Urology.* – 2011. – Vol. 186, № 1. – P. 140-145.
109. Skin to stone distance is an independent predictor of stone-free status following shockwave lithotripsy / T. Patel, K. Kozakowski, G. Hruby, M. Gupta // *Journal of endourology.* – 2009. – Vol. 23, № 9. – P. 1383-1385.
110. Skin-to-stone distance has no impact on outcomes of percutaneous nephrolithotomy / U. Gonulalan, M. Akand, G. Coban [et al.] // *Urologia internationalis.* – 2014. – Vol. 92, № 4. – P. 444-448.
111. Stone volume is best predictor of operative time required in retrograde intrarenal surgery for renal calculi: implications for surgical planning and quality improvement / I. Sorokin, D.K. Cardona-Grau, A. Rehfuss [et al.] // *Urolithiasis.* – 2016. – Vol. 44, № 6. – P. 545-550.
112. Surgical outcomes and postoperative hemorrhage risk of percutaneous nephrolithotomy (PCNL) for deer horn shaped stones analyzed by Lasso regression / S. Min, W. Zhang, J. Zhou [et al.] // *Am J Transl Res.* – 2023. – Vol. 15, № 9. – P. 5949-5958.

113. Systematic review and meta-analysis of the clinical effectiveness of shock wave lithotripsy, retrograde intrarenal surgery, and percutaneous nephrolithotomy for lower-pole renal stones / J.F. Donaldson, M. Lardas, D. Scrimgeour [et al.] // *European Urology*. – 2015. – Vol. 67, № 4. – P. 612-616.

114. Takazawa, R. Proposal for a simple anatomical classification of the pelvicalyceal system for endoscopic surgery / R. Takazawa, S. Kitayama, Y. Uchida // *J Endourol*. – 2018. – Vol. 32. – P. 753-758.

115. The “mini perc” technique: a less invasive alternative to percutaneous nephrolithotomy / S.V. Jackman, S.G. Docimo, J.A. Gadeddu [et al.] // *World Journal of Urology*. – 1998. – Vol. 16. – P. 371.

116. The characteristics and influencing factors of fever in postoperative patients undergoing percutaneous nephrolithotomy: A retrospective analysis / Y. Yu, J. Pu, T. Wu, L. Hu // *Medicine (Baltimore)*. – 2021. – Vol. 100, № 32. – P. e26485.

117. The Clinical Research Office of the Endourological Society percutaneous nephrolithotomy global study: Indications, complications, and outcomes in 5803 patients / J. de la Rosette, D. Assimos, M. Desai [et al.] // *Journal of Endourology*. – 2011. – Vol. 25, № 1. – P. 11-17.

118. The effect of renal localization on the fate of clinically insignificant residual fragments after retrograde intrarenal surgery: A prospective 1-year follow-up study / E. Hepsen, H.U. Ozok, M.C. Cakici [et al.] // *Archivos Españoles de Urología*. – 2021. – Vol. 74, № 5. – P. 511-518.

119. The effect of stone and patient characteristics in predicting extra-corporal shock wave lithotripsy success rate: A cross-sectional study / M. Al-Zubi, A. Al Sleibi, B.M. Elayan [et al.] // *Annals of Medicine and Surgery (London)*. – 2021. – Vol. 70. – P. 10282.

120. The evaluation of morphology of renal pelvicalyceal system's and infundibulopelvic anatomy of kidney's lower pole in post-mortem series / R. Çiçek, G. Dünder, K. Gökçen [et al.] // *Folia Morphologica*. – 2022. – Vol. 81. – P. 350-358.

121. The fate of residual fragments after percutaneous nephrolithotomy: results from the Endourologic Disease Group for Excellence Research Consortium / V.K.F. Wong, J. Que, E.K. Kong [et al.] // *J Endourol.* – 2023. – Vol. 37, № 6. – P. 617-622.

122. The Guy's stone score-grading the complexity of percutaneous nephrolithotomy procedures / K. Thomas, N.C. Smith, N. Hegarty [et al.] // *Urology.* – 2011. – Vol. 78, № 2. – P. 277-281.

123. The impact of unplanned postprocedure visits in the management of patients with urinary stones / C.D. Scales, C.S. Saigal, J.M. Hanley [et al.] // *Surgery.* – 2014. – Vol. 155. – P. 769-775.

124. The R.I.R.S. scoring system: an innovative scoring system for predicting stone-free rate following retrograde intrarenal surgery / Y. Xiao, D. Li, L. Chen [et al.] // *BMC Urol.* – 2017. – Vol. 17, № 1. – P. 105.

125. The role of microperc in the treatment of symptomatic lower pole renal calculi / A. Tepeler, A. Armagan, A.A. Sancaktutar [et al.] // *J Endourol.* – 2013. – Vol. 27, № 1. – P. 13-18.

126. The S.T.O.N.E. Score: a new assessment tool to predict stone free rates in ureteroscopy from pre-operative radiological features / W.R. Molina, F.J. Kim, J. Spendlove [et al.] // *Int Braz J Urol.* – 2014. – Vol. 40, № 1. – P. 23-29.

127. Tract sizes in miniaturized percutaneous nephrolithotomy: A systematic review from the European Association of Urology Urolithiasis Guidelines Panel / Y. Ruhayel, A. Tepeler, S. Dabestani [et al.] // *Eur Urol.* – 2017. – Vol. 72, № 2. – P. 220-235.

128. Training in ureteroscopy: a critical appraisal of the literature / A. Skolarikos, S. Gravas, M.P. Laguna [et al.] // *BJU Int.* – 2011. – Vol. 108, № 6. – P. 798-805.

129. Traxer, O. Prospective evaluation and classification of ureteral wall injuries resulting from insertion of a ureteral access sheath during retrograde intrarenal surgery / O. Traxer, A. Thomas // *Journal of Urology.* – 2013. – Vol. 189, № 2. – P. 580-584.

130. Traxer, O. Thulium fiber laser: the new player for kidney stone treatment? A comparison with Holmium:YAG laser / O. Traxer, E.X. Keller // *World J Urol.* – 2020. – Vol. 38, № 8. – P. 1883-1894.

131. Treatment selection for urolithiasis: percutaneous nephrolithotomy, ureteroscopy, shock wave lithotripsy, and active monitoring / M. Desai, Y. Sun, N. Buchholz [et al.] // *World Journal of Urology*. – 2017. – Vol. 35, № 9. – P. 1395-1399.

132. Unenhanced helical computed tomography vs intravenous urography in patients with acute flank pain: accuracy and economic impact in a randomized prospective trial / S.A. Pfister, A. Deckart, S. Laschke [et al.] // *Eur Radiol*. – 2003. – Vol. 13, № 11. – P. 2513-2520.

133. Urinary stone size estimation: A new segmentation algorithm-based CT method / M. Lidén, T. Andersson, M. Broxvall [et al.] // *Eur Radiol*. – 2012. – Vol. 22, № 4. – P. 731-737.

134. Urologists are optimistic surgeons: prevalence and predictors of discordance between intraoperative stone-free rate and cross-sectional imaging evaluation after vacuum-assisted mini-percutaneous nephrolithotomy / L.M.I. Jannello, M. Turetti, C. Silvani [et al.] // *World Journal of Urology*. – 2022. – Vol. 40, № 9. – P. 2331-2338.

135. Use of Moses pulse modulation technology to improve holmium laser lithotripsy outcomes: A preclinical study / M. Elhilali, S. Badaan, A. Ibrahim, S. Andonian // *J Endourol*. – 2017. – Vol. 31. – P. 598-604.

136. Use of the National Health and Nutrition Examination Survey to calculate the impact of obesity and diabetes on cost and prevalence of urolithiasis in 2030 / J.A. Antonelli, N.M. Maalouf, M.S. Pearle [et al.] // *European Urology*. – 2014. – Vol. 66. – P. 724-729.

137. Viljoen, A. Renal stones / A. Viljoen, R. Chaudhry, J. Bycroft // *Annals of Clinical Biochemistry*. – 2019. – Vol. 56, № 1. – P. 15-27.

138. Volume should be used instead of diameter for kidney stones between 10 and 20 mm to determine the type of surgery and increase success / E. Vuruskan, O. Dilek, K. Karkin [et al.] // *Urolithiasis*. – 2022. – Vol. 50. – P. 215-221.

139. Which flexible ureteroscope is the best for upper tract urothelial carcinoma treatment? / E.X. Keller, S. Doizi, L. Villa [et al.] // *World J Urol*. – 2019. – Vol. 37, № 11. – P. 2325-2333.