

# Резидуальные камни после ПНЛ: проблемы диагностики и лечения (обзор литературы)

Д.С. Горелов<sup>1</sup>, Н.К. Гаджиев<sup>1</sup>, Г.Н. Акоюн<sup>2</sup>, А.О. Иванов<sup>1</sup>, В.Л. Шукин<sup>3</sup>, А.Э. Талышинский<sup>1</sup>, С.Б. Петров<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФБГОУ ВО ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлов

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России

<sup>3</sup> СПбГБУЗ «Городская больница №20».

## Сведения об авторах:

Горелов Д.С. – врач-уролог отделения урологии №2 (дистанционной литотрипсии и эндовидеохирургии), клиника урологии ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: dsgorelov@mail.ru; ORCID 0000-0003-4521-5112

Gorelov D.S. – urologist of the department of urology No. 2 (extracorporeal shock wave lithotripsy and endovideosurgery), clinic of urology, First Saint-Petersburg State Medical University n. a. I. P. Pavlov; e-mail: dsgorelov@mail.ru; ORCID 0000-0003-4521-5112

Гаджиев Н.К. – к.м.н., врач-уролог, руководитель отделения урологии №2 (дистанционной литотрипсии и эндовидеохирургии), клиника урологии ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова; Санкт-Петербург; e-mail: nariman.gadjiev@gmail.com; ORCID 0000-0002-6255-0193

Gadjiev N.K. – PhD, head of the department of urology No. 2 (extracorporeal shock wave lithotripsy and endovideosurgery), clinic of urology, First Saint-Petersburg State Medical University n. a. I. P. Pavlov; e-mail: nariman.gadjiev@gmail.com; ORCID 0000-0002-6255-0193

Акоюн Г.Н. – д.м.н., врач-уролог, доцент кафедры урологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, Москва; e-mail: docgagik@mail.ru

Akoyun G.N. – Dr. Sc., associate professor of the Department of Urology, First Moscow State Medical University. I. M. Sechenov; e-mail: docgagik@mail.ru

Иванов А.О. – врач-уролог, заведующий отделением урологии №2 (дистанционной литотрипсии и эндовидеохирургии), клиника урологии ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: andrey\_ivanov\_62@bk.ru

Ivanov A.O. – chief of the department of urology No. 2 (extracorporeal shock wave lithotripsy and endovideosurgery), clinic of urology, First Saint-Petersburg State Medical University n. a. I. P. Pavlov; e-mail: andrey\_ivanov\_62@bk.ru

Шукин В.Л. – врач-уролог, отделения хирургии, ГБУЗ «Городская больница №20». Санкт-Петербург; e-mail: yankovicspb@mail.ru

Schukin V.L. – urologist, of Department of Surgery of the City Hospital №20. Saint-Petersburg; e-mail: yankovicspb@mail.ru

Талышинский А.Э. – врач-уролог, отделение урологии №2 (дистанционной литотрипсии и эндовидеохирургии), клиника урологии ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: ali-ta@mail.ru

Talyshinsky A.E. – urologist of department of urology No. 2 (extracorporeal shock wave lithotripsy and endovideosurgery), clinic of urology, First Saint-Petersburg State Medical University n. a. I. P. Pavlov; e-mail: ali-ta@mail.ru

Петров С.Б. – д.м.н., профессор, в, руководитель клиники урологии ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. Санкт-Петербург; e-mail: petrov-uro@yandex.ru

Petrov S.B. – Dr. Sc., professor, Head of urology clinic of the First Saint-Petersburg State Medical University n. a. I. P. Pavlov; e-mail: petrov-uro@yandex.ru

В настоящее время малоинвазивные методики лечения камней почек практически полностью вытеснили открытую хирургию из арсенала уролога. Благодаря этому удалось повысить эффективность лечения нефролитиаза, а также значительно снизить травматичность хирургических вмешательств и частоту осложнений. Тем не менее, достичь полного освобождения почки от камней после операции удается далеко не всегда. Понятие «SFR» (Stone Free Rate – частота полного освобождения почки от камней) является одним из ключевых критериев оценки эффективности хирургического лечения мочекаменной болезни и подразумевает полное отсутствие конкрементов по данным послеоперационного обследования [1]. Резидуальными камнями называются фрагменты, остающиеся

в мочевых путях после оперативного лечения [2]. Также в литературе существует такое понятие, как «клинически незначимые резидуальные фрагменты», изначально использовавшееся для определения камней, оставшихся в чашечно-лоханочной системе (ЧЛС) почки после дистанционной ударно-волновой литотрипсии (ДУВЛ) [3]. Клинически незначимыми считались фрагменты размером менее 4 мм, не вызывающие обструкцию мочевыводящих путей или активный воспалительный процесс [4]. Тем не менее, по данным ряда исследований до 37% резидуальных фрагментов изначально расцениваемых как клинически незначимые, впоследствии могут увеличиваться в размерах, поддерживать воспалительный процесс или вызывать обструкцию мочевыводящих путей. В связи с этим, клинически значимыми было предложено считать ре-

зидуальные фрагменты более 2 мм [5]. По данным исследования A.S. Emmott и соавт., повторные вмешательства потребовались 28,2% пациентов с резидуальными фрагментами более 4 мм и 16,9% пациентов – с камнями меньшего размера [2]. Таким образом, само понятие «клинически незначимые резидуальные фрагменты» обоснованно подвергается сомнению и любые резидуальные фрагменты нужно расценивать как потенциально клинически значимые.

Перкутанная нефролитотомия (ПНЛ) – малоинвазивная методика, являющаяся, согласно рекомендациям EAU, золотым стандартом при лечении крупных (более 20 мм) камней почек [6]. По данным различных исследований, SFR при данном виде лечения варьирует от 55% до 90% [2,7,8], что зависит от ряда таких факторов, как анатомия ЧЛС, количество и размеры камней, ■

интраоперационная ретропульсия фрагментов в трудно достигаемые отделы ЧЛС, плохая визуализация из-за кровотечения, а также химический состав камней [9]. Для повышения эффективности перкутанного хирургического лечения камней почек важно оценивать следующие факторы:

- прогноз оставления резидуальных камней до операции;
- интраоперационная оценка состояния SFR;
- послеоперационная диагностика резидуальных камней;
- возможные способы удаления резидуальных камней.

### ПРОГНОЗ ОСТАВЛЕНИЯ РЕЗИДУАЛЬНЫХ КАМНЕЙ

При планировании вмешательства на предоперационном этапе можно спрогнозировать вероятность оставления резидуальных фрагментов. Для этого разработан ряд специализированных номограмм:

- S.T.O.N.E. нефролитометрия (Stone size – размер камня; Tract length – длина перкутанного доступа; Obstruction – наличие обструкции; Calices – количество чашечек с конкрементами; Essence – плотность камня). Параметры рассчитываются по данным компьютерной томографии КТ и оцениваются в баллах (минимум 5, максимум 13 баллов). Сложность планируемой операции и вероятность оставления резидуальных камней коррелируют с повышением количества баллов [10];

- система Guy (I степень – единственный камень средней или нижней группы чашечек почки с простой анатомией ЧЛС; II степень – единственный камень верхней группы чашечек или множественные камни почки с простой анатомией ЧЛС или единственный камень почки любой локализации с аномальным строением ЧЛС; III степень – множественные камни почки с аномальным строением ЧЛС или камень дивертикула чашечки или неполный коралловидный камень; IV степень – полный коралловидный камень или пациент

с камнем почки и расщеплением позвоночника (spina bifida) или повреждением позвоночника) [11];

- STAGHORN морфометрия – расчет объема камня с помощью специального программного обеспечения и данных мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ); выбор оптимальной чашечки почки для перкутанного доступа с целью достижения максимальных фрагментов камней (SFR); «нежелательные» чашечки для перкутанного доступа – чашечки, отходящие под острым углом и с узким перешейком менее 8 мм [12];

- логистическая регрессионная модель, в которой в качестве независимых предикторов исхода операции оценивается количество, размер, локализация камней и степень выраженности гидронефроза [13];

- классификация K1-K4 (K1 – конкремент выполняет лоханку и одну из чашечек; K2 – конкремент расположен в лоханке внепочечного типа с отростками в двух и более чашечках; K3 – конкремент расположен в лоханке внутрипочечного типа с отростками во всех чашечках; K4 – конкремент имеет отростки и выполняет всю деформированную лоханочно-чашечную систему [14];

- нефролитометрическая номограмма CROES (включает многочисленные параметры, такие как площадь и локализация камня, наличие коралловидного уролитиаза, предшествующее оперативное лечение камней почек) [15];

- номограмма ACS включает в себя три параметра, определяемых при компьютерной томографии: камень в дополнительной чашечке, отходящей под углом > 45 градусов, обозначенный как «острый угол» – «acute angle» (A), камень (> 10 мм) в дополнительной длинной чашечке с узким (> 8 мм) перешейком, обозначенный как «осложненная чашечка» – «complicated calyx» (C), и размер камня (> 24 мм), обозначенный как «размер» – «size» (S). При ACS равном 3 баллам, то есть когда присутствовали все параметры, вероятность удаления всех камней из

почки после первого этапа ПНЛ составляет не более 10%. При отсутствии всех параметров (ACS равняется 0), вероятность полной элиминации конкрементов из почки составляет 91% [16].

Использование любой из вышеперечисленных номограмм гипотетически позволяет добиться повышения эффективности ПНЛ за счет оптимального подбора инструментов, выбора типа укладки пациента на операционном столе, готовности к стадированию хирургического лечения при коралловидных камнях. Возможность оперирующего хирурга комбинировать ультразвук и рентген-аппарат для получения оптимального чрескожного доступа, применение мультидоступа, использование различных методов дробления камня (пневмокинетический, ультразвуковой, лазерный) позволяют значительно сократить количество резидуальных фрагментов.

### ДИАГНОСТИКА РЕЗИДУАЛЬНЫХ КАМНЕЙ

Диагностические мероприятия, направленные на выявление резидуальных камней, можно разделить на два этапа: интраоперационный и послеоперационный. На интраоперационном этапе диагностики пациенту выполняется рентгеноскопия, ультразвуковое исследование (УЗИ), а также тщательная инспекция чашечно-лоханочной системы ригидным или гибким инструментом. Применение УЗИ и рентгеноскопии является важным, так как мнение хирурга об отсутствии резидуальных камней или об отсутствии их клинической значимости, основанное только на данных эндоскопии, может быть ошибочным [2,17]

В исследовании А.М. Nagraz и соавт. были проанализированы результаты обследования 306 пациентов, которым выполнялась ПНЛ. По результатам интраоперационной эндоскопической инспекции отсутствие резидуальных камней отмечалось у 236 пациентов. По результа-

там послеоперационной КТ, резидуальные камни не были выявлены только у 170 пациентов. То есть чувствительность и специфичность эндоскопической оценки SFR составила 22,8% и 55,5%, соответственно [17]. При использовании гибких инструментов для интраоперационной инспекции чашечно-лоханочной системы SFR может достигать, по различным данным, от 78% до 92,6% [18,19]. До недавнего времени стандартом обследования на послеоперационном этапе являлась комбинация ультразвукового исследования и обзорной урографии. Оба метода имеют ряд недостатков. Наиболее клинически значимые среди них – это плохое выявление резидуальных фрагментов с низкой плотностью, наличие структур, затеняющих область поиска, а также некорректная оценка размеров мелких фрагментов [20]. В настоящее время наиболее точным методом диагностики после ПНЛ является мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ), обладающая более высокой разрешающей способностью, чем традиционные методы, что позволяет обнаруживать камни любого размера с высокой чувствительностью [21-23]. Превосходство КТ над другими методами визуализации для выявления камней хорошо продемонстрировано в ряде исследований [18,20]. М. Gokse и соавт. изучили чувствительность различных диагностических методов при выявлении резидуальных фрагментов. Была проведена оценка чувствительности УЗИ, обзорной рентгенографии и КТ без внутривенного контрастирования у 173 пациентов после ПНЛ. Чувствительность КТ составила 100% вне зависимости от размера камня. Для УЗИ и обзорной рентгенографии важную роль играл размер резидуального камня. Так, при камнях более 4 мм, чувствительность ультразвукового исследования составила 57,1%, а обзорной рентгенографии – 85%. Если размеры резидуальных камней были менее 4 мм, то чувствительность исследований

снижалась до 52,5% и 70,5%, соответственно [24]. Основной проблемой при назначении МСКТ является высокая лучевая нагрузка, поэтому целесообразным является выполнение низкодозной КТ без внутривенного контрастирования, при которой лучевая нагрузка составляет в среднем не более 1 мЗв при сохранении высокой информативности [25]. В отношении сроков выполнения послеоперационного КТ, большинство авторов склоняются к выполнению исследования через месяц, однако все большую популярность набирает тактика проведения КТ в первые сутки после операции [9,23]. Получение результатов томографии в раннем послеоперационном периоде является важным для определения тактики дальнейшего лечения пациента – при четкой локализации резидуальных камней возможно выполнение second-look нефроскопии в ближайшее время после операции, по нефростомическому ходу, без выписки пациента [26,27].

## ЛЕЧЕНИЕ

Выбор метода лечения пациентов с резидуальными камнями зависит от локализации, размера, количества камней и их химического состава. Для удаления резидуальных фрагментов можно использовать следующие методики:

- дистанционная ударно-волновая литотрипсия;
- повторная нефроскопия (second-look nephroscopy);
- повторная ПНЛ;
- ретроградная интравенальная хирургия (RIRS);
- медикаментозная терапия;
- динамическое наблюдение.

## Дистанционно-волновая литотрипсия

ДУВЛ целесообразно применять при солитарных резидуальных камнях плотностью менее 1000 HU. При расположении фрагментов в нижней группе чашечек ДЛТ менее эффек-

тивна по сравнению с эндоскопическими методами (SFR – 73%) [28,29]. Ранее активно применялась Sandwich-терапия (сочетание ПНЛ и дистанционной литотрипсии (ДЛТ)), которая подразумевала выполнение ПНЛ с последующей ДЛТ и повторной нефроскопией [30]. Однако на сегодняшний день эндоскопические методы лечения показывают более высокую эффективность и экономическую целесообразность применения [31].

Повторная нефроскопия выполняется под внутривенной или местной анестезией. Инструмент (полуригидный или гибкий) заводится в ЧЛС по уже имеющемуся нефростомическому ходу с последующей экстракцией или лазерным дроблением резидуального фрагмента [26,32]. При планировании процедуры необходимо не только учитывать размеры, количество и локализацию камней, но и соотносить диаметр инструмента и максимальный размер фрагментов с диаметром нефростомического хода. Повторная нефроскопия обычно выполняется в раннем послеоперационном периоде без выписки пациента. Несмотря на то, что классическая процедура подразумевает применение общей анестезии, современные тенденции направлены на применение местной анестезии или проведение нефроскопии без обезболивания. S. Giannacopoulos и соавт. провели исследование, в котором повторная нефроскопия под местной анестезией с использованием гибкого уретеронефроскопа в сочетании с гольмиевым лазером выполнялась пациентам с резидуальными камнями в течение 48-96 часов после ПНЛ. В исследование были включены 30 пациентов – 14 (46,7%) мужчин и 16 (53,3%) женщин, средний возраст составил  $45,2 \pm 17,5$  лет, у которых были выявлены резидуальные камни (от 1 до 2) размером 8-15 мм. Интенсивность болевого синдрома оценивалась по шкале NRS (numeric rating scale) от 0 до 5 баллов. В среднем, уровень боли составил  $1,39 \pm 1,08$  [33]. Возможность выполнения second-look нефроскопии без использования общей анестезии является

ценной опцией, так как позволяет избавиться пациента от резидуальных камней в раннем послеоперационном периоде, без необходимости повторной госпитализации.

### Повторная ПНЛ

Повторная ПНЛ отличается от second-look нефроскопии необходимостью формирования нового нефростомического доступа [34]. Чаще всего этот метод используется для лечения коралловидных камней или в тех ситуациях, когда удалить все камни через один доступ не представляется возможным. Для пациентов с единственной почкой, хронической почечной недостаточностью, инфекционными камнями выполнение ПНЛ одномоментно через несколько доступов также не всегда оправдано. Поэтому, на этапе предоперационного планирования с пациентом обсуждается возможность лечения в несколько этапов [35].

### Ретроградная интравенальная хирургия

В связи с развитием оборудования, внедрением гибких уретероскопов, применением лазерной литотрипсии ретроградная интравенальная хирургия все более интенсивно внедряется в клиническую практику и серьезно рассматривается как альтернатива ПНЛ. В недавнем исследовании L. Chen и соавт. описали применение гибкой уретероскопии с использованием гольмиевого лазера в лечении резидуальных камней, возникших после ПНЛ. Через 3 месяца после этой операции stone-free rate составляла 88,9% [36]. В другом исследовании, выполненном G. Xu и соавт. описано сравнение RIRS и ДЛТ в лечении резидуальных фрагментов. SFR при применении RIRS через 1 месяц наблюдался у 84,7% пациентов; этот показатель увеличился до 91,3% через 3 месяца, в то время как SFR в группе ДЛТ составил 64,6% и 72,9% через 1 и 3 месяца, соответственно [37]. Возмож-

ными лимитирующими факторами для проведения RIRS могут считаться высокая цена (с учетом дорогостоящего оборудования) и необходимость проведения операции под эндотрахеальным наркозом. Появление на рынке одноразовых гибких уретероскопов может позволить снизить стоимость операции и более широко применять ретроградные методики в лечении резидуального нефролитиаза [38].

### Медикаментозная терапия

Медикаментозная терапия редко применяется в качестве монотерапии при лечении резидуальных камней. Состав камней является главным фактором, влияющим на эффективность медикаментозной терапии. Для проведения литолиза наиболее перспективными являются уратные камни. Эффективность литолиза последних оставляет порядка 80%. Основным принципом литолитической терапии уратных камней является подщелачивание мочи с помощью фармакологических средств (цитратные смеси) и коррекции диеты [39]. Для прогнозирования эффективности литолиза уратных камней можно использовать «Урат-Индекс» – произведение значений pH мочи и плотности камня ( $UrInd = (pH \times Dens)$ ) [40]. При  $UrInd < 3600$  камень с вероятностью 90% является уратным. При корректном подборе терапии пациент с уратными резидуальными камнями может избежать повторного оперативного вмешательства.

Проведение медикаментозной и литолитической терапии инфекционных камней требует индивидуального подхода к пациенту и наличия достаточной квалификации уролога при выборе препаратов. Важной особенностью тактики лечения инфекционных камней, в отличие от уратных, является необходимость максимально полного освобождения почки от камней [41]. При несоблюдении этого условия вероятность рецидива крайне высока. После удаления всех фрагмен-

тов пациентам проводится антибактериальная терапия по результатам бактериологического исследования удаленного камня и мочи, полученной из ЧЛС оперированной почки и терапия, направленная на подкисление мочи [42].

Пациентам с высоким риском рецидива камнеобразования после ПНЛ можно проводить чрескожный гемолитиз через нефростомический дренаж. Для подкисления мочи используются такие препараты, как Suby G и ренацидин [43].

### Динамическое наблюдение

Как уже отмечалось ранее, классическое представление о клинически незначимых резидуальных камнях в настоящее время подверглось серьезному переосмыслению [2,4,5]. Тем не менее, динамическое наблюдение при резидуальных камнях менее 4 мм, не вызывающих обструкцию, может быть оправданной тактикой лечения в некоторых случаях. По данным A. Ganpule и M. Desai, отмечается спонтанное отхождение более 65% подобных камней в течение трех месяцев после операции [8]. Динамическое наблюдение подразумевает контроль за локализацией и размерами резидуального камня, а также изменениями в лабораторных анализах. При развитии обструкции верхних мочевых путей или воспалительных явлений целесообразно переходить к более активной лечебной тактике [5].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема резидуальных камней на сегодняшний день остается крайне актуальной. Понимание способов прогнозирования SFR, а также методов интра- и послеоперационной диагностики позволяют выбрать оптимальную лечебную тактику для каждого пациента в зависимости от локализации, количества, размеров и состава резидуальных камней, с целью достижения максимального SFR. ■



**Ключевые слова:** мочекаменная болезнь, перкутанная нефролитотомия, резидуальные камни.

**Key words:** urolithiasis, percutaneous nephrolithotomy, residual stones.

DOI 10.29188/2222-8543-2019-11-1-57-62

### Резюме:

**Актуальность:** Современные малоинвазивные методики лечения нефролитиаза позволяют повысить эффективность лечения при значительном снижении травматичности хирургических вмешательств и частоты осложнений. В настоящее время «золотым стандартом» лечения крупных (более 2 см) камней почек является перкутанная нефролитотрипсия (ПНЛ). Одним из ключевых критериев оценки эффективности является «SFR» (Stone Free Rate – частота полного освобождения почки от камней). Ранее считалось, что резидуальные камни менее 4 мм являются клинически незначимыми, однако, по данным современных исследований, резидуальные камни любого размера следует расценивать как потенциально клинически значимые.

**Цель:** Проанализировать эффективность методик прогнозирования оставления резидуальных камней после ПНЛ, информативность различных методов интра- и послеоперационной диагностики, а также эффективность методов лечения резидуальных камней.

**Материалы и методы:** Выполнен поиск литературы по двум поисковым базам: PUBMED и Google Scholar. Поисковые слова: Мочекаменная болезнь, перкутанная нефролитотомия, резидуальные камни. Проведен сравнительный анализ номограмм, используемых для прогнозирования SFR; таких методов диагностики как ультразвуковое исследование, обзорная урография, мультиспиральная компьютерная томография и эндоскопическая инспекция чашечно-лоханочной системы (ЧЛС). Также проведен анализ различных методов лечения резидуальных камней: дистанционная ударно-волновая литотрипсия, повторная нефроскопия (second-look nephroscopy), повторная ПНЛ, ретроградная интратенальная хирургия, медикаментозная терапия, динамическое наблюдение.

**Результаты:** Использование специализированных номограмм на предоперационном этапе позволяет прогнозировать вероятность достижения SFR. Компьютерная томография обладает наиболее высокой разрешающей способностью выявления резидуальных камней. Выполнение ее в раннем послеоперационном периоде позволяет не только выявить резидуальные камни, но и выбрать оптимальную тактику их лечения.

**Заключение:** Проблема резидуальных камней на сегодняшний день является очень актуальной. Достижение максимальной SFR возможно благодаря прогнозированию, а также выбору оптимальных методов диагностики и лечения резидуальных камней, в зависимости от их размеров, количества, локализации и состава.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Summary:

#### Residual stones after PNL: problems of diagnosis and treatments (literature review)

D.S. Gorelov, N.K. Gadzhiev, G.N. Akopyan, A.O. Ivanov,  
V.L. Schukin, A.E. Talyshinsky, S.B. Petrov

**Relevance:** Modern minimally invasive methods of treatment of nephrolithiasis can improve the effectiveness of treatment with a significant reduction in the trauma of surgical interventions and the frequency of complications. Currently, the "gold standard" treatment of large (more than 2 cm) kidney stones is percutaneous nephrolithotomy (PCNL). One of the key criteria for evaluating the effectiveness is "SFR" (Stone Free Rate – the frequency of complete release of the kidney from stones). Previously, it was believed that residual stones less than 4 mm are clinically insignificant, however, according to modern studies, residual stones of any size should be regarded as potentially clinically significant.

**Objective:** to analyze the effectiveness of methods for predicting the abandonment of residual stones after PCNL, the informativeness of various methods of intra – and postoperative diagnosis, as well as the effectiveness of methods of treatment of residual stones.

**Materials and methods:** literature was searched in two databases: PUBMED and Google Scholar. Keywords: urolithiasis, percutaneous nephrolithotomy, residual stones. A comparative analysis of the nomograms used to predict SFR, such diagnostic methods as ultrasound, survey urography, multispiral computed tomography and endoscopic inspection of the kidney. Various methods of treatment of residual stones were also analyzed: extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL), second-look nephroscopy, repeated PCNL, retrograde intrarenal surgery (RIRS), drug therapy.

**Results:** The use of specialized nomograms at the preoperative stage makes it possible to predict the probability of achieving SFR. Computed tomography has the highest resolution detection of residual stones. Its implementation in the early postoperative period allows not only to identify residual stones, but also to choose the optimal treatment tactics.

**Conclusion:** The problem of residual stones is very urgent today. Achieving maximum SFR is possible through prediction and selection of optimal methods of diagnosis and treatment of residual stones, depending on their size, number, location and composition.

Authors declare lack of the possible conflicts of interests.

## ЛИТЕРАТУРА

- Bahilo Mateu P, Budia Alba A, Liatsikos E, Trassiera Villa M, López-Acón JD, Boronat Tormo F. Is extracorporeal shock wave lithotripsy a current treatment for urolithiasis? A systematic review. *Actas Urol Esp* 2017;41(7):426-434. doi: 10.1016/j.acuro.2017.01.011.
- Emmott AS, Brotherhood HL, Paterson RF, Lange D, Chew BH. Complications, re-intervention rates, and natural history of residual stone fragments after percutaneous nephrolithotomy. *J Endourol* 2018;32(1):28-32. doi: 10.1089/end.2017.0618.
- Strem SB, Yost A, Mascha E. Clinical implications of clinically insignificant stone fragments after extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1996;55(4):1186-1190.
- Delvecchio FC, Preminger GM. Management of residual stones. *Urol Clin North Am* 2000;27(2):347-354.
- Raman JD, Bagrodia A, Gupta A, Bensalah K, Cadeddu JA, Lotan Y, et al. Natural history of residual fragments following percutaneous nephrostolithotomy. *J Urol* 2009;181(3):1163-8. doi: 10.1016/j.juro.2008.10.162.
- EAU Guidelines. URL: <https://uroweb.org/individual-guidelines/non-oncology-guidelines/>
- Tirapegui FI, González MS, González IP, Daels FP. Pyelocaliceal distribution of kidney stones used as an outcome predictor in percutaneous nephrolithotomy after being evaluated with preoperative and postoperative CT scan. *J Endourol* 2009;23(3):399-403. doi: 10.1089/end.2008.0217.
- Ganpule A, Desai M. Fate of residual stones after percutaneous nephrolithotomy: a critical analysis. *J Endourol* 2018;32(1):28-32. doi: 10.1089/end.2008.0217
- De la Rosette J, Assimos D, Desai M, Gutierrez J, Lingeman J, Scarpa R, et al. The clinical research office of the endourological society percutaneous nephrolithotomy global study: indications, complications, and outcomes in 5803 patients. *J Endourol* 2011; 25(1):11-7. doi: 10.1089/end.2010.0424.
- Okhunov Z, Friedlander JI, George AK, Duty BD, Moreira DM, Srinivasan AK, et al. S.T.O.N.E. nephrolithometry: Novel surgical classification system for kidney calculi. *Urology* 2013;81(6):1154-1159. doi: 10.1016/j.urology.2012.10.083
- Thomas K, Smith NC, Hegarty N, Glass JM. Guy's stone score-grading the complexity of percutaneous nephrolithotomy procedures. *Urology* 2011;78(2):277-81. doi: 10.1016/j.jurology.2010.12.026.
- Mishra S, Sabnis RB, Desai MJ. Staghorn morphometry: a new tool for clinical classification and prediction model for percutaneous nephrolithotomy monotherapy. *Endourol* 2012;26(1):6-14. doi: 10.1089/end.2011.0145.
- Zhu Z, Wang S, Xi Q, Bai J, Yu X, Liu J. Logistic regression model for predicting stone-free rate after minimally invasive percutaneous nephrolithotomy. *Urology* 2011;78(1):32-36. doi: 10.1016/j.jurology.2010.10.034.
- Яненко Э., Хурцев К., Макарова Т. Классификация кораллоидного нефролитиаза и алгоритм лечебной тактики. Материалы IV Всесоюзного съезда урологов 1990. С. 600-601.
- Smith A, Averch TD, Shahrour K, Opondo D, Daels FPJ, Labate G, et al. A nephrolithometric nomogram to predict treatment success of percutaneous nephrolithotomy. *J Urol* 2013;190(1):149-56. doi: 10.1016/j.juro.2013.01.047.
- Гаджиев Н.К., Григорьев В.Е., Мазуренко Д.А., Малхасян В.А., Обидняк В.М., Писарев А.В. и соавт. Система «ACS» или новый способ прогнозирования эффективности перкутанной нефролитотомии. *Экспериментальная и клиническая урология* 2018;(3):52-56
- Harras AM, Osman Y, El-Nahas AR, Elsayy AA, Fakhredin I, Mahmoud O, et al. Residual stones after percutaneous nephrolithotomy: comparison of intraoperative assessment and postoperative non-contrast computerized tomography. *World J Urol* 2017;35(8):1241-1246. doi: 10.1007/s00345-016-1990-4.
- Pearle MS, Watamull LM, Mullican MA. Sensitivity of noncontrast helical computerized tomography and plain film radiography compared to flexible nephroscopy for detecting residual fragments after percutaneous nephrostolithotomy. *J Urol* 1999;162(1):23-6.
- Portis AJ, Laliberte MA, Drake S, Holtz C, Rosenberg MS, Bretzke CA. Intraoperative fragment detection during percutaneous nephrolithotomy: evaluation of high magnification rotational fluoroscopy combined with aggressive nephroscopy. *J Urol* 2006;175(1):162-5;
- Osman Y, El-Tabey N, Refai H, Elnahas A, Shoma A, Eraky I, et al. Detection of residual stones after percutaneous nephrolithotomy: role of nonenhanced spiral computerized tomography. *J Urol* 2008;179(1):198-200.
- Acar C, Cal C. Impact of residual fragments following endourological treatments in renal stones. *Adv Urol* 2012;2012:813523. doi: 10.1155/2012/813523.
- Dai JC, Ahn JS, Holt SK, May PC, Sorensen MD, Harper JD. National imaging trends after percutaneous nephrolithotomy. *J Urol* 2018;200(1):147-153. doi: 10.1016/j.juro.2018.01.078.
- Ahmad AA, Alhunaidi O, Aziz M, Omar M, Al-Kandari AM, El-Nahas A, et al. Current trends in percutaneous nephrolithotomy: an internet-based survey. *Ther Adv Urol* 2017;9(9-10):219-226. doi:10.1177/1756287217724726
- Gokce MI, Ozden E, Suer E, Gulpinar B, Gulpinar O, Tungal S. Comparison of imaging modalities for detection of residual fragments and prediction of stone related events following percutaneous nephrolithotomy. *Int Braz J Urol* 2015;41(1):86-90. doi: 10.1590/S1677-5538.IBJU.2015.01.12.
- Andrabi Y, Patino M, Das CJ, Eisner B, Sahani DV, Kambadakone A. Advances in CT imaging for urolithiasis. *Indian J Urol* 2015;31(3):185-93. doi: 10.4103/0970-1591.156924.
- Raman JD, Bagrodia A, Bensalah K, Pearle MS, Lotan Y. Residual fragments after percutaneous nephrolithotomy: cost comparison of immediate second look flexible nephroscopy versus expectant management. *J Urol* 2010;183(1):188-93. doi: 10.1016/j.juro.2009.08.135.
- Sountoulides P, Metaxa L, Cindolo L. Is computed tomography mandatory for the detection of residual stone fragments after percutaneous nephrolithotomy? *J Endourol* 2013;27(11):1341-8. doi: 10.1089/end.2012.0253.
- Meretyk S, Gofrit ON, Gafni O, Pode D, Shapiro A, Verstandig A, et al. Complete staghorn calculi: random prospective comparison between extracorporeal shock wave lithotripsy monotherapy and combined with percutaneous nephrostolithotomy. *J Urol* 1997; 157(3):780-6.
- Merhej S, Jabbar M, Samaha E, Chalouhi E, Moukharzel M, Khour R, et al. Treatment of staghorn calculi by percutaneous nephrolithotomy and SWL: the Hotel Dieu de France experience. *J Endourol* 1998;12(1):5-8.
- Strem SB, Yost A, Dolmatch B. Combination "sandwich" therapy for extensive renal calculi in 100 consecutive patients: immediate, long-term and stratified results from a 10-year experience. *J Urol* 1997;158(2):342-5.
- Bahilo Mateu P, Budia Alba A, Liatsikos E, Trassiera Villa M, López-Acón JD, de Guzmán Ordaz D, et al. Is extracorporeal shock wave lithotripsy a current treatment for urolithiasis? A systematic review. *Actas Urol Esp* 2017;41(7):426-434. doi: 10.1016/j.acuro.2017.01.011.
- Kaan Özdedeli, Mete Çek. Residual fragments after percutaneous nephrolithotomy. *Balkan Med J* 2012; 29(3): 230-235. doi: 10.5152/balkanmedj.2012.082.
- Giannakopoulos S, Gardikis S, Bantis A, Kalaitzis C, Zissimopoulos A, Touloupidis S. Second-look flexible nephroscopy combined with holmium: yttrium-aluminum-garnet laser lithotripsy under local anesthesia: a prospective study. *Urology* 2017;99:27-32. doi: 10.1016/j.jurology.2016.06.074.
- Guohua Zeng, Zhijian Zhao, ShawPong Wan, Zanlin Mai, Wenqi Wu, Wen Zhong et al. Minimally invasive percutaneous nephrolithotomy for simple and complex renal caliceal stones: a comparative analysis of more than 10,000 cases. *J Endourol* 2013;27(10):1203-1208. doi: [10.1089/end.2013.0061]
- Zhao Z, Cui Z, Zeng T, Wan SP, Zeng G. Comparison of 1-stage with 2-stage multiple-tracts mini-percutaneous nephrolithotomy for the treatment of staghorn stones: a matched cohorts analysis. *Urology* 2016;87:46-51. doi: 10.1016/j.jurology.2015.09.006
- Chen L, Sha ML, Li D, Zhuo J, Jiang CY, Zhu YP, et al. Treatment for residual stones using flexible ureteroscopy and holmium laser lithotripsy after the management of complex calculi with single-tract percutaneous nephrolithotomy. *Lasers Med Sci* 2017;32(3):649-654. doi: 10.1007/s10103-017-2162-5.
- Xu G, Wen J, Li Z, Zhang Z, Gong X, Chen J, et al. A comparative study to analyze the efficacy and safety of flexible ureteroscopy combined with holmium laser lithotripsy for residual calculi after percutaneous nephrolithotripsy. *Int J Clin Exp Med* 2015;8(3):4501-7.
- Гаджиев Н.К., Гаджиева А.Б., Моллаев Р.А., Горелов Д.С., Малхасян В.А., Мазуренко Д.А. и соавт. Сравнительный обзор одноразовых гибких уретеронефроскопов. *Экспериментальная и клиническая урология* 2018;(2):36-42
- Goldfarb DS. Empiric therapy for kidney stones. *Urolithiasis* 2019;47(1):107-113. doi: 10.1007/s00240-018-1090-6
- Гаджиев Н.К., Изиев М.М., Горелов Д.С., Аюпян Г.Н., Арсеньев А.А., Рубин П.М. и соавт. «Урат-индекс» – новое слово в определении уратного состава камня. *Вестник урологии* 2017;(4):22-28
- Flannigan R, Choy WH, Chew B, Lange D. Renal struvite stones – pathogenesis, microbiology, and management strategies. *Nat Rev Urol* 2014;11(6):333-41. doi: 10.1038/nrurol.2014.99.
- Zisman AL. Effectiveness of treatment modalities on kidney stone recurrence. *Clin J Am Soc Nephrol* 2017;12(10):1699-1708. doi: 10.2215/CJN.11201016.
- Hesse A, Heimbach D. Causes of phosphate stone formation and the importance of metaphylaxis by urinary acidification: a review. *World J Urol* 1999;17(5):308-15.

## REFERENCES (14, 16, 38, 40)

- Yanenko E., Hurtsev K., Makarova T. Klassifikatsiya korallovidnogo nefrolitiazia i algorm lechebnoy taktiki. Materialy IV Vsesoyuznogo S'ezda Urologov 1990. S. 600-601. (In Russian)
- Gadzhiev N.K., Grigorev V.E., Mazurenko D.A., Malhasyan V.A., Obidnyak V.M., Pisarev A.V. i soavt. Sistema «ACS» ili novyy sposob prognozirovaniya effektivnosti percutannoy nefrolitotomii. [The ACS system: a new way of prognosis for the effectiveness of percutaneous nephrolithotomy]. *Ekspierimentalnaya i klinicheskaya urologiya* 2018;(3):52-56. (In Russian)
- Gadzhiev N.K., Gadzhieva A.B., Mollaev R.A., Gorelov D.S., Malhasyan V.A., Mazurenko D.A. i soavt. Sravnitelnyy obzor odnorazovykh gibkikh ureteronefroskopov. [Comparison of disposable flexible ureteroscopes with flexible video and digital ureteroscopes]. *Ekspierimentalnaya i klinicheskaya urologiya* 2018;(2):36-42. (In Russian)
- Gadzhiev N.K., Iziev M.M., Gorelov D.S., Akopyan G.N., Arsenev A.A., Rubin P.M. i soavt. «Urat-indeks» – novoe slovo v opredelenii uratnogo sostava kamnya. [“Urat-Index” – non-invasive tool for prediction of uric acid containing stones]. *Vestnik urologii* 2017;(4):22-28. (In Russian)