

<https://doi.org/10.38181/2223-2427-2021-3-5-21>

УДК: 616.611-073-089.878

© Пак Ю.Г., Ягудаев Д.М., Галлямов Э.А., 2021

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧЕЧНОЙ ПАРЕНХИМЫ ПОСЛЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДЕОЭНДОХИРУРГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С КРУПНЫМИ И СЛОЖНЫМИ КАМНЯМИ ПОЧЕК

ПАК Ю.Г.<sup>1</sup>, ЯГУДАЕВ Д.М.<sup>2-3</sup>, ГАЛЛЯМОВ Э.А.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ГКП на ПХВ «Городская многопрофильная больница №2», Городской центр урологии, г. Нур-Султан, Республика Казахстан

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО РУДН, д. 6, ул. Миклухо-Маклая, 117198, Москва, Российская Федерация

<sup>1</sup> ЧУЗ «ЦКБ «РЖД-Медицина», д. 84, ул. Волоколамское шоссе, 84125367, Москва, Российская Федерация

<sup>4</sup> Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Большая Пироговская ул., д. 19 стр. 1, 119146, Москва, Российская Федерация

### Реферат:

Работа основана на анализе данных литературы, посвященной проблеме сохранения функционального состояния почек при различных видеоэндоскопических методах оперативного лечения крупных и сложных камней почек. Цель обзора освещение вероятности ухудшения функционального состояния почек в послеоперационном периоде. Проведен детальный анализ послеоперационных исходов при различных малоинвазивных методах лечения больных с крупными и сложными камнями почек с обзором возможности применения динамической нефросцинтиграфии как метода объективной оценки функционального состояния почек.

**Ключевые слова:** мочекаменная болезнь, крупные камни почек, функциональное состояние почек, эндохирургическое лечение нефролитиаза, нефросцинтиграфия.

## THE FUNCTIONAL STATE OF THE RENAL PARENCHYMA AFTER VARIOUS VIDEO ENDOSURGICAL METHODS OF TREATMENT OF PATIENTS WITH LARGE AND COMPLEX KIDNEY STONES

PAK Y.G.<sup>1</sup>, YAGUDAEV D.M.<sup>2-3</sup>, GALLYAMOV E.A.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> CUC «City multidisciplinary hospital No. 2», City Center of Urology, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan

<sup>2</sup> RUDN University, 6, Miklukho-Maklaya str., 117198, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup> «СКН» RRW-Medicine, 84, st. Volokolamskoe highway, 84125367, Moscow, Russian Federation

<sup>4</sup> Department of General surgery of the I. M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Bolshaya Pirogovskaya St., 19 bldg. 1, 119146, Moscow, Russian Federation

### Abstract:

The work is based on the analysis of literature data devoted to the problem of preserving the functional state of the kidneys with various video endoscopic methods of surgical treatment of large and complex kidney stones. The purpose of the review is to highlight the likelihood of deterioration in the functional state of the kidneys in the postoperative period. A detailed analysis of postoperative outcomes in various minimally invasive methods of treatment of patients with large and complex kidney stones was carried out, with an overview of the possibility of using dynamic nephroscintigraphy as a method of objectively assessing the functional state of the kidneys.

**Keywords:** urolithiasis, large kidney stones, functional state of the kidneys, endosurgical treatment of nephrolithiasis, nephroscintigraphy.

**Современный взгляд на этиопатогенез и распространенность мочекаменной болезни**

Одним из наиболее частых урологических заболеваний является мочекаменная болезнь, в основе которой лежит нарушение обмена веществ с изменением физико-химического состава мочи, приводящие к образованию камней в мочевыводящих путях [1]. Научно доказана связь распространения мочекаменной болезни с географически климатическими особенностями региона проживания, так наиболее часто уролитиаз встречается в местах с жарким и засушливым климатом [2-5]. В последние годы ввиду меняющихся климатических и экологических условий, наряду с уже существующими факторами риска возникновения мочекаменной болезни таких как, возраст, раса, пол, прием диуретиков, влияние солнечного света [6,7], глобальное потепление, изменение влажности, существует большая вероятность увеличения частоты мочекаменной болезни по всему миру [7-10] – эти изменения рассматриваются как расширение признанных «каменных поясов» уролитиаза в южных частях США, Европы и Азии [11-15]. Немаловажными факторами в патогенезе мочекаменной болезни являются малоподвижный образ жизни, нарушение режима питания, повышенная масса тела. Мужчины болеют чаще женщин, с частотой 3:1. Однако в последнее время отмечается уменьшение этого неравенства в сторону увеличения женской заболеваемости этим заболеванием [16], причем данные авторы связывают данную статистику с изменением образа жизни и рациона питания, способствующих развитию ожирения среди женщин. Уролитиаз является одной из основных проблем в урологической практике стран Европы и США [8], так отмечается неуклонный рост его заболеваемости от 5,2% [2] до 8,8% [8], а также отмечается тенденция роста бессимптомных форм мочекаменной болезни [17]. Ряд исследователей отмечает возрастание частоты мочекаменной болезни в течение последних десятилетий в большинстве развитых стран до 14,8% [2, 9-15]. Имеется тенденция роста уролитиаза среди групп с исторически низким риском, таких как афроамериканцы [2, 18]. Ряд авторов отмечают пика развития уролитиаза в странах Европы и США, что связано с изменением социально-экономических условий жизни и требуют значительных экономических затрат на лечение данной категории больных [8, 18]. Распространенность мочекаменной болезни в странах Азии также имеет социальную значимость и достигает от 3,5% до 7,4% [13-15]. Таким образом, частота и распространенность мочекаменной болезни увеличивается

во всем мире. Многие факторы, такие, как старение населения, изменения в рационе питания, адаптации западных привычек питания во многих развивающихся странах [19], глобальное потепление и использование более точных диагностических методов исследования также обуславливают увеличение частоты заболеваемости мочекаменной болезнью.

Заболевания органов мочевыделительной системы в структуре общей заболеваемости России составляют 10-12%, являясь одной из причин увеличения случаев инвалидизации и ухудшения статистических показателей летальности [20-21]. По данным Аполихина О.И., в период с 2005 по 2016 годы, выявлено увеличение показателей заболеваемости мочекаменной болезнью, прирост составил 34%, учтенных впервые в жизни – 27,3 %. В России число впервые выявленных случаев мочекаменной болезни на 100000 населения возросло со 123,3 (2002 г.) до 150,3 (2014 г.) [22]. Однако отмечено то что зарегистрированная частота мочекаменной болезни в России в среднем составляет 0,7%, данный показатель значительно меньше общемировых эпидемиологических показателей заболеваемости мочекаменной болезнью [10], авторы связывают это снижение с различными методами обработки статистических данных. По данным статистики России, в 2016 году выявлено 214 464 случаев заболевания взрослого населения мочекаменной болезнью, что соответствует общемировым тенденциям к увеличению заболеваемости ею [22].

За последние годы в Республике Казахстан также отмечается рост заболеваемости мочекаменной болезнью, так по данным М.К. Алчинбаева средний показатель заболеваемости мочекаменной болезнью в 1988 году составил 363,1 на 100 000 населения, в 1990 году – 40, в 2000 году 42,3, 2004 – 43,7 на 100000 населения. По данным Научного центра урологии Республики Казахстан, в период с 2000 по 2015 гг. отмечается преобладание доли мочекаменной болезни в структуре урологических заболеваний, которая составляет 33,9%. В 2015 году в сравнении с 2013 годом отмечается возрастание заболеваемости мочекаменной болезнью на 7,9%, с 2014 на 2,7% [23].

Таким образом, мочекаменная болезнь на сегодняшний день представляет серьезную социально значимую проблему, так как эта болезнь может приводить к инвалидности пациентов и нередко является одной из причин современной летальности. При этом мочекаменная болезнь имеет перспективы неуклонного возрастания в условиях, меняющихся климат – географических показателей. Затраты на лечение больных мочекаменной бо-

лезнью представляют значимую статью расходов здравоохранения [24]. Несмотря на существующие современные алгоритмы ведения и лечения пациентов с мочекаменной болезнью, поиск оптимальных методов их лечения ведется до сих пор. Наиболее серьезную проблему в современной урологии представляют наиболее тяжелые формы мочекаменной болезни, в частности, пациенты с крупными и сложными камнями почек, сопровождающихся ухудшением функционального состояния почек, частым рецидивированием, способствующих развитию воспалительно-деструктивных осложнений, как со стороны почки, так и возникновением сепсиса. Правильный выбор оперативного способа лечения больных крупными и сложными камнями почек имеет принципиально важное значение в сохранении функции оперируемого органа, профилактике рецидивов камнеобразования, а также уменьшения сроков дальнейшей реабилитации пациентов в послеоперационном периоде. Сохранение почечной функции является наиболее важным фактором в принятии решения пациента на выполнение оперативного лечения. Так, выраженное беспокойство пациентов с мочекаменной болезнью связано с высоким риском потери функции почек и, как следствие, вероятностью необходимости проведения программного гемодиализа. Ряд исследователей отмечают четкую взаимосвязь тяжелых форм мочекаменной болезни с развитием хронической почечной недостаточности, отмечена также корреляция со снижением скорости клубочковой фильтрации менее 60 мл/мин/1,73м<sup>2</sup>, стойким повышением сывороточного креатинина выше 90 нг/мл. Это связано с повреждающим действием конкрементов на почечную паренхиму, почечной кристаллизацией, формированием нефрокальциноза вплоть до развития терминальной почечной недостаточности [25, 26]. Немаловажное значение в развитии хронической почечной недостаточности имеет и бессимптомное камне-носительство. Среди факторов риска способствующих развитию ХБП у пациентов с нефролитиазом следует отнести следующее: дистальный почечный ацидоз, медуллярная губчатая почка, первичный гиперпаратиреозидизм, гиперкальциурия, мальабсорбтивный синдром и другие генетические нарушения обмена веществ, например, расстройства натрий-фосфорного обмена [27]. G. Gambaro [9] выделяет несколько групп рисков развития ХБП при наличии мочевых конкрементов: группа возможного риска развития ХБП (ксантиновые камни, индинавировые камни, дистальный почечный канальцевый ацидоз (неполный), первичный гиперпаратиреозидизм, погрешности питания неправиль-

ное использование слабительных препаратов, медуллярная губчатая почка); группа умеренного риска развития ХБП (брушитовые камни, 2,8 дигидроксиадениновые камни, саркоидоз, стриктуры мочеточника и пиелоуретерального сегмента); группа высокого риска развития ХБП (цистиновые камни, струвитные камни, конкременты единственной почки, дистальный почечный канальцевый ацидоз (полный), вторичная гипероксалурия (бариатрическая хирургия, синдром воспаленной кишки, пострезекционный и мальабсорбтивный синдромы), другие формы нефрокальциноза (чаще генетические расстройства вызывающие гиперкальциурию), врожденные аномалии развития почек и мочевыводящих путей (подковообразная почка, уретероцеле и везикоуретеральный рефлюкс), нейрогенный мочевой пузырь); группа очень высокого риска развития ХБП (первичная гипероксалурия, аутосомнодоминантное поликистозное поражение почек). Хроническая болезнь почек также может развиваться вследствие повреждения почечной паренхимы при осложненных формах мочекаменной болезни, таких как острый пиелонефрит, а также обструктивные нефропатии, либо вследствие выполненного оперативного лечения больных камнями почек [28]. Химический состав мочевых конкрементов служит прогностическим фактором, позволяющим определение дальнейшего течения нефролитиаза и вероятности развития хронической почечной недостаточности [29], а также является предиктором не-диагностированных ранее обменных заболеваний [30]. В своем исследовании V. Sigurjonsdottir показал, что приблизительно у 9 % всех пациентов с нефролитиазом и 6 % пациентов с мочевыми кальциевыми камнями была диагностирована ХБП, что примерно в 6-7 раз выше, чем в контрольной группе [31]. Учитывая химический состав мочевых конкрементов наиболее неблагоприятным прогнозом развития почечной недостаточности отмечены ураты, кальций оксалаты, апатиты кальция и струвиты [31]. Патогенез развития ХБП имеет несколько различных механизмов развития [32], так, одним из наиболее вероятных является нарушение оттока мочи вследствие обструкции просвета мочеточника камнем. В эксперименте на животных в модели на фоне обструкции мочеточника было продемонстрировано развитие выраженной почечной вазоконстрикции, снижение почечного кровотока с развитием ее ишемии и как следствие приведшее к стойкому повреждению почечной паренхимы. Почечное паренхиматозное осаждение кристаллов и связанные с ним воспаление и фиброз были хорошо описаны у пациентов с первичной гипер-

оксалурией и дефицитом APRT (Аденинфосфорибозил-трансфераза) [33], аналогичные гистологические изменения также наблюдались у пациентов с уратными и струвитными камнями [34]. Кроме того, в работе А. Evan [35] показано что обструкция протоков Беллини, наиболее часто встречаемая при брушитовом нефролитиазе, ассоциируется с атрофией почечных канальцев, развитием интерстициального фиброза и гломерулосклероза [36]. В моделях на животных наиболее характерный путь кристаллоиндуцированного воспаления при кальций-оксалатном литиазе включает воспалительные механизмы, опосредованные NLRP3 (криопротеин), приводящие к прямому повреждению клеток почечных канальцев, рекрутингу нейтрофилов, тубулоинтерстициальному воспалению и прогрессирующей почечной недостаточности [37, 38]. V. Sigurjonsdottir [31] отмечает, что распространенность ожирения, артериальной гипертензии и сахарного диабета была выше у пациентов с мочекаменной болезнью, чем в контрольной группе. Об увеличении распространенности этих особенностей метаболического синдрома у собаки с мочекаменной болезнью сообщалось ранее [37, 39]. В то время как гипертензия и сахарный диабет являются хорошо известными факторами риска ХБП, негативное влияние уролитиаза на функцию почек происходило независимо от этих коморбидных состояний. Эти результаты согласуются с результатами недавнего исследования, связывающего кластеризацию признаков метаболического синдрома с большей тяжестью нефролитиаза и факторами риска, связанного с химическим составом мочи [40]. Так пациенты с рецидивирующими формами мочекаменной болезни, особенно в случае наличия рентгено-негативных мочевых конкрементов имеют наиболее высокие риски развития ХБП.

Таким образом, на основании вышеизложенного следует, что значимость диагностики предикторов развития ХБП, а также более тщательное обследование данных пациентов перед оперативным лечением имеет принципиально важное значение в предотвращении рецидивов камнеобразования и, как следствие, недопущение развития прогрессирования ухудшения функционального состояния почек.

Следует отметить, что по данным современной литературы нет четких критериев в выборе оперативного способа лечения больных крупными и сложными камнями почек, отвечающих требованиям максимального сохранения нормальной почечной функции оперированного органа в послеоперационном периоде. Поэтому в нашей работе этот факт послужил мотивом выбора,

предметом обсуждения и исследования данного вопроса при оперативном лечении больных крупными и сложными камнями почек.

#### **Современные видеоэндохирургические методы лечения больных крупными и сложными камнями почек.**

Эволюция оперативных методов лечения уролитиаза в течение последних лет испытала значительные изменения в подходах и видах предлагаемого лечения, от открытых видов пиелолитотомий до современных эндоскопических методов лечения с использованием мининефроскопов и различных видов лазерной энергии для разрушения мочевых камней. Современные методы лечения больных мочекаменной болезнью включает дистанционную ударно-волновую литотрипсию (ДУВЛ) и различные виды эндовидеоскопической хирургии, в частности, трансуретральную ригидную и гибкую уретероскопию с фрагментацией конкрементов и удалением их фрагментов, перкутанную нефролитотрипсию (ПНЛ) в различных модификациях (стандартная перкутанная нефролитотрипсия, мини перкутанная нефролитотрипсия, положение оперируемого на спине, либо на животе), лапароскопический (ЛП) и ретроперитонеоскопический (РП) варианты пиелолитотомий. Каждая из данных методик имеет свои преимущества и недостатки, их эффективность зависит от опыта и квалификации хирурга, от физико-химических параметров камня (размер, локализация, состав и плотность) а также от физических характеристик пациента (соматический статус и анатомические особенности). При правильном выборе соответствующей тактики лечения в каждом конкретном случае можно рассчитывать на высокую эффективность лечения в плане степени очищения почки от камней и его фрагментов, снижения частоты осложнений и послеоперационной летальности, быстрой реабилитации после выполненного оперативного лечения. Мода на успех и безопасность ДУВЛ на сегодняшний день не так актуальна, как раньше, ввиду ее низкой эффективности при плотных камнях, необходимости выполнения нескольких сеансов, ограничении в количестве сеансов в течение одной госпитализации, что несомненно требует поиска других более эффективных и более предсказуемых методов лечения крупных и сложных камней почек.

Трансуретральные методы фрагментации мочевых камней приобретают популярность в современной урологической практике, ввиду постоянного усовершенствования гибких и ригидных уретероскопов, а также качественного скачка в производстве современных лазе-



ров. Однако данный вид оперативного лечения больных мочекаменной болезнью также имеет свои ограничения при камнях более 2 см. и требует наличия в операционной дорогостоящего оборудования и необходимого одноразового расходного материала [41].

Наиболее популярными методами лечения больных крупными и сложными камнями почек являются перкутанные эндовидеоскопические операции [42-45]. Ряд современных авторов считают, что ПНЛ является золотым стандартом в лечении больных коралловидным нефролитиазом, а также первой линией лечения больных струвитным нефролитиазом [46-48] и при отсутствии противопоказаний к оперативному лечению должна проводиться как можно быстрее после установки диагноза, чтобы прогностически сохранить функциональное состояние органа [42]. В своем обзоре F. Ozgor [49] определил высокую эффективность ПНЛ в лечении тучных больных и пациентов с патологическим ожирением с мочекаменной болезнью. Проанализировав результат выполненных ПНЛ у 3402 пациентов, ряд пакистанских урологов показали ее высокую экономическую и лечебную эффективность [50]. По данным современной литературы выполнение перкутанной операции возможно даже под регионарной анестезией [51]. Перкутанная нефролитотрипсия может выполняться как в положении на животе, так и в положении на спине, предварительная катетеризация мочеточника позволяет улучшить пункцию чашечно-лоханочной системы (ЧЛС) [52], размеры нефроскопов также варьируют вплоть до мини и микро-нефроскопов [53, 54], конечным этапом является дренирование ЧЛС нефростомой, либо без нее с установкой почечного стента, либо мочеточникового катетера [55]. ПНЛ обеспечивает наиболее высокую степень очищения почки от мочевых камней и его фрагментов, которая составляет порядка 80-90%, что значительно превышает показатели эффективности по сравнению с трансуретральными методами и ДУВЛ, но и обладает большей инвазивностью. Несмотря на накопленный мировой опыт выполнения перкутанных видов оперативного лечения больных мочекаменной болезнью, данная методика сопряжена с определенными техническими сложностями освоения, определенной кривой обучения на всех этапах практического внедрения данной процедуры. По мнению ряда авторов, одной из наиболее важных и сложных этапов данной операции считается успешная пункция ЧЛС [49, 56], особенно в случаях отсутствия ретенции ЧЛС [57], именно этот этап операции чаще всего связан с интраоперационными осложнениями [58]. Выбор положе-

ния пациента при выполнении ПНЛ является спорным, так в современной литературе отмечаются преимущества выполнения ПНЛ в положение на спине [59-61], ввиду более физиологического положения тела при выполнении операции и высоких результатах эффективности перкутанной хирургии при сложных камнях почек 3-4 класса по классификации Гая (Guy's Stone Score) [62], меньшей длительностью операции, низком числе септических осложнений и повреждения соседних органов. Отмечено, что риск септических осложнений выше в положении пациента на животе ввиду высокого внутрилоханочного давления и, как следствие, создания условий для пиеловенозного рефлюкса, также имеются данные о более частом повреждении соседних органов при пункции верхней группы чашечек в положении на животе [63]. M. Sofer [64] показал, что имеется большая достижимость к верхней группе чашечек через нижнюю чашечку, что снижает потребность в межреберных проколах в положении на животе.

По данному вопросу также нет единого мнения среди урологов, преимущества и недостатки присутствуют и в той, и в другой позициях, выполнение ПНЛ в положении на спине требует от операционного зала наличия специального операционного стола, что может требовать дополнительных финансовых затрат.

Создание «рабочего канала» или «фистулизация» также претерпело ряд изменений, так в последнее время популяризируется эффективность и безопасность одношаговой дилатации в создании «рабочего канала», при этом отмечается, что данная методика требует меньшего времени на его создание и наименьшей радиационной нагрузки на операционную бригаду [65-68]. По данным исследования S. Amirhassani [69], отмечается что показатели степени очистки почки от камней и интраоперационные осложнения в группах одношаговой дилатации и группой традиционного создания «рабочего канала» не отличались.

В своем исследовании A.R. El-Nahas [70] показал высокую эффективность контактного гольмиевого лазера (HP-HLL, high-power holmium laser lithotripsy) и ультразвуковой литотрипсии (US-L) в дезинтеграции коралловидных и крупных камней почек при ПНЛ, что положительно влияет на длительность выполняемого оперативного лечения. Результаты ПНЛ, приведенные D. Jiao [71], показали – средняя продолжительность операции составила 63,6 мин, степень очистки от фрагментов конкрементов 93,8%, что соответствует общемировым литературным данным [72,73].

Технический прогресс в создании медицинского инструментария позволил миниатюризировать инструменты для ПНЛ и расширил терапевтические возможности мини-ПНЛ наряду с ретроградной интратанальной хирургией и ДУВЛ [74]. Преимущества мини-инструментов неоспоримы – это и меньший диаметр рабочего канала, и возможность мультидоступа к ЧЛС, меньшее повреждающее действие на паренхиму почки, меньший риск интра- и послеоперационных осложнений [75-78]. Мини-ПНЛ определяется как перкутанная нефроскопия, выполненная инструментом с диаметром кожуха  $\leq 22\text{Fr}$  [79]. Ряд современных авторов отмечают высокую эффективность применения мини нефроскопов с диаметром менее 15 Fr, ультрамини и микронефроскопов [80, 81], а также возможность их применения в случаях мочекаменной болезни при узких ригидных мочеточниках, выраженных девиациях мочеточника, невозможности технического доступа к выполнению ретроградной интратанальной операции, что по литературным данным составляет около 15%. Использование мини нефроскопов позволяет избежать повреждений мочеточника, исключает необходимость установки почечного стент-катетера, необходимого при выполнении ретроградной интратанальной операции, малоинвазивность хирургического вмешательства приводит к значительному сокращению пребывания пациента в стационаре [77]. По данным CROES стентирование при ретроградной интратанальной операции составляет 88% [82]. Частота осложнений при миниатюризированной нефролитотрипсии по данным BAUS и CROES составляет 21,3% и 20,5% соответственно [52, 83], также отмечается отсутствие зарегистрированных осложнений IV, V класса по классификации Clavien.

Безусловным преимуществом миниатюрного инструментария по сравнению с ретроградной интратанальной техникой является более экономически меньшая расходная часть в связи с отсутствием необходимости использования дорогостоящих одноразовых расходных материалов [84]. Таким образом, мини ПНЛ является оправданным методом лечения больных нефролитиазом, особенно в случаях наличия почечных конкрементов от 1 до 2,5 см, с преимущественным их расположением в нижней группе чашечек, трудно доступных при выполнении интратанальной операции и низкой эффективности ДУВЛ.

Таким образом, несмотря на видимую простоту выполнения ПНЛ, эта методика имеет весьма широкий спектр нерешенных вопросов и требует дальнейшего

развития и решения проблемы выбора оптимального метода оперативного лечения пациентов с крупными и сложными камнями почек. Применение мини нефроскопов при крупных и сложных камнях почек сопряжено с увеличением длительности операции и соответственно увеличением риска септических осложнений.

Установка нефростомических дренажей после ПНЛ вмешательств является стандартной манипуляцией [85]. U. Sharma [86] показал, что предварительная нефростомия, в случае обструктивного варианта течения мочекаменной болезни, позволяет оценить исходное функциональное состояние почки перед принятием решения о выполнении ПНЛ [86]. По данным современных литературных источников показана эффективность и безопасность выполнения ПНЛ без нефростомии [85, 87, 88], а также варианты без применения наружных и внутренних дренажей [89]. Несмотря на большое число работ [90-94], показывающих эффективность и безопасность ПНЛ без нефростомии [95], на сегодняшний день вопрос установки нефростомы остается спорным, ввиду малого количества рандомизированных контролируемых исследований. Преимуществами методики ПНЛ без установки нефростомы являются более короткие сроки госпитализации, быстрая реабилитация, меньшая потребность в анальгетиках в послеоперационном периоде, уменьшение подтекания мочи из операционной раны. По данным J.E. Abbott [96] болезненность в области нефростомы, а также наличие самой нефростомы после ПНЛ является наиболее распространенной жалобой урологических пациентов в послеоперационном периоде.

Таким образом, тактическое решение об установке нефростомы, либо ее не-установки решается в каждом конкретном случае индивидуально, влияние различных вариантов отведения мочи на почечную паренхиму и соответственно на сохранение почечной функции является спорным и нуждается в дальнейших исследованиях.

В связи с большой инвазивностью, ПНЛ сопряжена с большим числом осложнений, таких как сепсис, паренхиматозное кровотечение [97]. К другим редким осложнениям перкутанных операций можно отнести ранение плеврального синуса, повреждение артериального ствола с формированием артериовенозной фистулы и необходимостью выполнения рентгенэндоваскулярной эмболизации поврежденного сосуда, менее 1% составляет ранение толстой кишки. Частота осложнений при ПНЛ колеблется от 20 до 83% [98], в связи с чем существует необходимость для стандартизированной отчетности об осложнениях после ПНЛ [99]. Осложнения классифици-

руется по общепринятой системе CROES-Clavien. Так, в своей работе S. Kumar с соавт. [100], провели анализ осложнений ПНЛ в положении на животе, в трех различных группах, включающих детей до 18 лет, взрослых с 19 до 65 лет и пожилых более 65 лет [101], оценивалась связь послеоперационных осложнений с длительностью операции и госпитализации. Из 922 случаев ПНЛ (Д=61; В=794; П=67) в 259 (28,09%) имелись осложнения по системе CROES-Clavien I, II, III и IV составляющих 152 (16,49%), 72 (7,81%), 31 (3,36%) и 4 (0,43%) соответственно, основное количество осложнений (224; 24,3%) относилось I и II степени по системе CROES-Clavien. III-A степень составили мочевые затеки у 1,41% и перфорация лоханки у 0,98%, требующие установки нефростомической трубки или мочеточниковых стентов без общей анестезии, также к этой группе были отнесены 0,98% пациентов с гидротораксом, требующим установки межреберного дренажа под местной анестезией. К осложнениям IV-A степени отнесены 2 пациента (0,22%), нуждающихся в интенсивной терапии уросепсиса, острая почечная недостаточность отмечена у 1 пациента (0,11%) и сердечная недостаточность отмечена у 1 пациента (0,11%). N.K. Goyal с соавт. [102] считают, что единственным независимым предиктором осложнений является длительность хирургической операции. По данным J.J. de la Rosette с соавт. [103] продолжительность операции более 75 минут увеличивает вероятность развития осложнений, приводит к увеличению сроков госпитализации. Септицемия и повреждения легкого являются одним из наиболее опасных послеоперационных осложнений после ПНЛ [104, 105], послеоперационное острое почечное повреждение также встречается достаточно часто и составляет от 6,7% до 38,2% [106, 107], приводит к ухудшению послеоперационных результатов, способствует увеличению сроков пребывания в стационаре с большой вероятностью использования реанимационной койки [108]. В своей работе J. Yu с соавт. [109] провели анализ вероятности развития острого почечного повреждения после ПНЛ, а также вероятность формирования ХБП в отдаленном периоде, авторы приводят частоту развития острого почечного повреждения в послеоперационном периоде 16,2 %, одной из наиболее вероятной причиной развития острого почечного повреждения, наряду с такими факторами риска как возраст, сахарный диабет, гиперурикемия, длительность оперативного вмешательства, считается интраоперационная гипотензия, определяемая как снижение среднего артериального давления менее 70 мм.рт.ст. более

чем на 5 минут [110], причем возраст имеет прямую зависимость с вероятностью развития послеоперационной гипотензии, что также отмечается в аналогичных исследованиях [111, 112]. Большинство случаев периоперационного острого почечного повреждения по данным J. Yu [109], вызваны преренальной азотемией или острым трубчатым некрозом вследствие почечной гипоперфузии, что является следствием неблагоприятных исходов, таких как ишемическая травма почек и увеличивает риск развития хронической болезни почек [113, 114]. Таким образом, анестезиологическая коррекция периоперационной гипотензии является основным методом профилактики развития острого почечного повреждения в послеоперационном периоде.

ПНЛ является на сегодняшний день одной из самых распространенных методик лечения больных крупными и сложными камнями почек, однако наряду со всеми своими преимуществами имеет и ряд нежелательных недостатков, таких как кровотечение, септические осложнения, в связи с чем не теряют своей актуальности и традиционные методы лечения больных мочекаменной болезнью такие как пиелолитотомия лапароскопическим (ЛП) и ретроперитонеоскопическим (РП) доступами, рассматриваемых как альтернативные методы лечения больных крупными и сложными камнями почек [115]. Преимуществами данных методов является минимальная операционная травма, снижение рисков кровотечения, болезненности в послеоперационном периоде, удаление камня целиком. В своей работе Y. Bai с соавт. [116] провели анализ последних 14 рандомизированных исследований сравнительного анализа результатов ЛП по сравнению с ПНЛ, включивших 432 пациента после ЛП и 469 пациентов после ПНЛ. Авторы приводят следующие выводы: ПНЛ являясь золотым стандартом в лечении пациентов с крупными и сложными камнями почек обладает повреждающим действием на паренхиму почки, способствует развитию кровотечения, требующего необходимости гемотрансфузии, также в случаях наличия инфицированных камней, бактериурии, сахарного диабета, высокого внутри-лоханочного давления, продолжительности операции более 90 минут, существует высокий риск септических осложнений. ЛП в свою очередь оказывает меньшее повреждающее действие на почечную паренхиму, ввиду операционного доступа через лоханку, и соответственно меньшим риском развития паренхиматозного кровотечения. По данным Y. Bai с соавт. [116], длительность ПНЛ по сравнению с ЛП была значимо короче, однако по данным S. Li с соавт.

[117], на основании анализа данных 178 пациентов, отмечали меньшее время операции в группе пациентов, перенесших ЛП. Степень очистки от камней после ПНЛ колеблется от 49 до 78% [118]. По данным Н.Р. Gandhi с соавт. [119] степень очистки от камней после ЛП у 49 пациентов с коралловидным нефролитиазом, камнями 3-4 см. и более, составила порядка 90% за одну операцию, в случаях сложных камней почки приемлемо дополнительное применение гибких нефроскопов [120]. Таким образом, ЛП является видом оперативного лечения, требующим достаточного хирургического опыта, необходимого для герметичного закрытия дефекта лоханки, в противном случае вследствие дефектов шва лоханки возможно развитие мочевых затеков, вплоть до развития мочевого перитонита и соответственно увеличения сроков госпитализации, также ЛП требует тщательного отбора пациентов, в частности, необходимо соблюдение нескольких критериев отбора, таких как, внепочечная лоханка, сопутствующие патологические изменения пиелоуретерального сегмента, требующие оперативной коррекции, высокая плотность почечного камня, коагулопатии, наличие больших кист почек, врожденных аномалий развития верхних мочевыводящих путей. Существующее многообразие оперативных методов лечения пациентов с крупными и сложными камнями почек является на сегодняшний день неоднозначной задачей и зависит во многом от размеров, расположения камней относительно ЧЛС. Безусловно ПНЛ является наиболее часто употребляемой методикой лечения больных нефролитиазом, обладающая высокой эффективностью, низким количеством повторных операций, малым количеством послеоперационных осложнений [121]. Сравнительный анализ осложнений ПНЛ и ЛП описан в нескольких работах [122-125]. Оценка параметров лечения, таких как клинические исходы, эффективность и сроки пребывания в стационаре, а также сохранность функционального состояния почек в послеоперационном периоде представлена в ряде исследований [126-128]. В своем исследовании F.T. Chen с соавт. [129], основанном на анализе 21654 выполненных ПНЛ и 2549 случаев ЛП, в сравнении этих двух методов авторы пришли к выводу, что ПНЛ обладает более коротким сроком госпитализации (8,31 дня против 12,59 дня,  $p = 0,0006$ ), а также в среди послеоперационных осложнений терминальная почечная недостаточность встречалась реже, чем в группе ЛП (1,38% против 2,28%,  $p = 0,0004$ ), авторы связывают данный результат с тем что ПНЛ оказывает минимальное влияние на регионарную и глобальную функциональную

активность почечной паренхимы [128, 130]. Ряд авторов являются приверженцами РП метода лечения больных нефролитиазом, так R. Singal с соавт. [131] считают, что РП обеспечивает непосредственный доступ к лоханке, предпочтительна в случаях невозможности выполнения оперативного лечения трансперитонеально, вследствие выраженного спаечного процесса в брюшной полости, исключает развитие инфицирования брюшной полости в случаях инфицированных мочевых путей, не требует массивного иссечения тканей, малокровна, не влияет на функциональное состояние паренхимы почки, уменьшает риск повреждения паренхиматозных органов [132]. Вместе с тем, авторы отмечают необходимость наличия хирургических навыков оператора и определенные технические неудобства, связанные с небольшим рабочим пространством.

Таким образом, проблема выбора оперативного лечения пациентов с нефролитиазом все еще актуальна и значима для практического здравоохранения. Она требует тщательного подхода в выборе и тактике выполняемого оперативного лечения с долгосрочным результатом. Это связано с частым рецидивированием камнеобразования и, в связи с чем, вопрос повторной операции имеет высокую вероятность и значимость для последующей прогностической вероятности утраты, либо сохранения почечной функции. Данная ситуация диктует необходимость обсуждения и дальнейших научных поисков безопасных методов оперативного лечения пациентов с крупными и сложными камнями почек с использованием принципов доказательной медицины.

#### **Роль нефросцинтиграфии в динамическом наблюдении за состоянием функции почек у больных мочекаменной болезнью**

На сегодняшний день в арсенале практикующих врачей имеется множество диагностических процедур, позволяющих провести качественное обследование пациентов и оценить функциональное состояние почек, к ним относятся известные рентгенологические исследования (внутривенная урография, компьютерная томография почек), а также ядерно – магнитно резонансная томография и ультрасонография. Однако для получения наиболее качественной оценки функционального состояния почек в современном мире используются радиоизотопные методы диагностики, в частности, различные виды сцинтиграфии почек: статическая и динамическая. Статическая сцинтиграфия позволяет выявить как локальные, так и глобальные изменения функции почечной паренхимы. Статическая сцинтиграфия информативна



при обструктивной уропатии, почечнокаменной болезни и ренальных формах артериальной гипертензии и является предпочтительной для определения дифференциальной функции почек [133]. При статической сцинтиграфии используется Тс-99м-DMSA. При динамической сцинтиграфии чаще применяются Тс-99м-MAG3 или Тс-99м-DTPA, с использованием диуретиков. Знание физиологии почек, параметров почечного кровотока, скорости клубочковой фильтрации и канальцевой реабсорбции позволяет правильно интерпретировать результаты ренографии с использованием наиболее часто используемых меченых радиоизотопов – Тс-99м-MAG3 (меркаптоацетилтриглицин), Тс-99м-DTPA (диэтилен-триаминпентацетат) и Тс-99м-DMSA (димеркаптосукциновая кислота). Количественный анализ динамических данных включает измерение сосудистого рисунка почек, абсолютных показателей клиренса радиоизотопа, определение дифференциальной функции почек и скоростью ответа почек на воздействие диуретиков. Согласно данным французских исследователей наиболее предпочтительной в оценке дифференциальной функции почек считается динамическая нефросцинтиграфия, также отмечается высокая производительность изотопа  $^{99m}\text{Tc}$ -ethylenedicysteine (Тс-ЕС) в оценке дифференциальной функции почек, аналогичная Тс-99м-MAG3 [134]. Согласно результатам исследования S.A. Çamlar [135], динамическая нефросцинтиграфия с Тс – 99m - MAG-3, у пациентов с гидронефрозом, обладает высокой чувствительностью в точной дифференциальной диагностике обструктивных и необструктивных типов гидронефротической трансформации почки. Также авторы отмечают улучшение результатов диагностики истинного обструктивного типа при комбинации результатов нефросцинтиграфии совместно с ультрасонографическими данными [135]. Динамическая нефросцинтиграфия в современном мире является неотъемлемой частью полноценного протокола обследования урологических пациентов [136, 137]. Динамическая нефросцинтиграфия позволяет визуализировать почки и мочевыделительную систему путем оценки анатомо-топографических особенностей, а также оценить параметры накопления нефротропных радиофармпрепаратов, канальцевый и клубочковый механизмы их элиминации. Преимуществом динамической нефросцинтиграфии в отличие от других диагностических методик является несколько особенностей, это – возможность оценки клубочкового и канальцевого аппарата почки раздельно и суммарно, определение структурных и гемодинамических нарушений по-

чечной паренхимы, состояние внутри почечного транзита радиофармпрепаратов, диагностика уродинамики верхних и нижних мочевыводящих путей, выявление наличия остаточной мочи и пузырно-мочеточникового рефлюкса [136, 138]. Также пациент не нуждается в подготовке кишечника перед исследованием, отсутствие нефротоксичности радиофармпрепаратов, низкая лучевая нагрузка, возможность выполнения данного исследования в любом возрасте, при любой степени почечной недостаточности выводит данный вид исследования почек на лидирующие позиции современного обследования урологических пациентов. Различают несколько типов патологических ренограмм, в частности это – паренхиматозный, гипофункциональный, изостенурический, афункциональный, дискинетический, обструктивный (гидронефротический, восходящий), вид нефросцинтиграфической кривой зависит от уровня кровоснабжения, сохранности паренхимы почки, скорости внутривисцерального транзита и экскреторно-эвакуаторной функции каждой почки. Сохранение функции почек является основным приоритетом в подборе оптимального метода оперативного лечения этих пациентов. Применение радионуклидных технологий обследования позволяет максимально безопасно дать объективную оценку параметров функции почек. Так, динамическая нефросцинтиграфия позволяет графически определить функциональное состояние почек в условиях наличия патологических изменений инфекционно-воспалительного, структурно-морфологического изменения тканей почек. Анализ динамических нефросцинтиграмм дает врачу комплексную информацию, позволяющую последнему при правильной интерпретации данных прогнозировать исходы болезни, проводить своевременную профилактику и коррекцию плана лечения пациента. Преимуществами метода является его неинвазивность, безопасность, объективность получаемых данных, полноценная комплексная оценка функционального состояния обеих почек. Данный диагностический метод можно применять даже в условиях критического снижения клиренса креатинина крови. К недостаткам динамической нефросцинтиграфии можно отнести дороговизну ее использования. Таким образом применение динамической нефросцинтиграфии при мочекаменной болезни позволяет правильно оценить функциональное состояние почек и определить шансы реабилитации органа в послеоперационном периоде, а в случаях отсутствия, либо резкого снижения почечной функции, данный вид исследования с высокой точностью определяет прогноз целесо-

образности сохранения пораженного органа. Следовательно, данный метод исследования вполне успешно можно применять в урологической практике, особенно в сложных диагностически спорных случаях состояния функции почек при мочекаменной болезни.

Таким образом, динамическая нефросцинтиграфия являясь безопасным, высокочувствительным и высокоспецифичным методом оценки функционального состояния почек может служить перспективным методом, позволяющим определить степень повреждения паренхимы почек в послеоперационном периоде при различных видах оперативного лечения больных мочекаменной болезнью и объективно определить наиболее безопасную оперативную тактику, позволяющую не только удалить камень, но и максимально сохранить функцию паренхимы почки.

Учитывая высокую распространенность мочекаменной болезни и широкий арсенал оперативных методов ее лечения, современная урологическая наука не стоит на месте и требует постоянного совершенствования оптимальных способов лечения больных крупными и сложными камнями почек, характеризующихся наименьшим отрицательным воздействием на организм человека, позволяющих сохранить функцию почечной паренхимы, обладающих минимальными послеоперационными последствиями, экономически целесообразных, способных реабилитировать пациента в наименее краткие сроки. Несмотря на существующие современные алгоритмы ведения и лечения пациентов с мочекаменной болезнью, поиск оптимальных методов оперативного лечения больных мочекаменной болезнью ведется до сих пор. Использование динамической нефросцинтиграфии как метода оценки функционального состояния паренхимы почек при выполнении различных видов оперативного лечения больных по поводу мочекаменной болезни, используемых в клинической практике, позволит определить наименьшее повреждающее действие на паренхиму почки среди выбранных способов, и определить преимущественный метод оперативного лечения пациентов, в том числе с крупными и сложными камнями почек.

#### Список литературы

1. Б.К. Комяков. Урология. Учебник, Изд. ГЭОТАР-Медиа. 2012. 464 с.  
[B. K. Komjakov. Urologiya: uchebnik – 2012. – 464 s.: il. (In Russ.)]
2. K.K. Stamatelou, M.E. Francis, C.A. Jones, L.M. Nyberg, G.C. Curhan. Time trends in reported prevalence of kidney stones in the United States: 1976–1994. *Kidney Int.* 2003; 63:1817–1823. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1755.2003.00917.x>.
3. T.H. Brikowski, Y. Lotan, M.S. Pearle. Climate-related increase in the prevalence of urolithiasis in the United States. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2008 Jul 15; 105(28): 9841–9846. <https://doi.org/10.1073/pnas.0709652105>. Epub 2008 Jul 14.
4. J.S. Cramer, K. Forrest. Renal lithiasis: Addressing the risks of austere desert deployments. *Aviation Space Environ Med.* 2006; 77:649–653.
5. Y-K Chen, H-C Lin, C-S Chen, S-D Yeh. Seasonal variations in urinary calculi attacks and their association with climate: A population-based study. *J Urol.* 2008;179:564–569. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2007.09.067>. Epub 2007 Dec 21.
6. K. Evans, R.A. Costabile. Time to development of symptomatic urinary calculi in a high-risk environment. *J Urol.* 2005;173:858–861. <https://doi.org/10.1097/01.ju.0000152578.07262.1c>.
7. K.B. Dallas, S.Conti, J.C. Liao, M. Sofer, A.C. Pao, J.T. Leppert, C. S. Elliott. Redefining the Stone Belt: Precipitation Is Associated with Increased Risk of Urinary Stone Disease. *J Endourol.* 2017 Nov 1; 31(11): 1203–1210. Published online 2017 Nov 1. <https://doi.org/10.1089/end.2017.0456>
8. J. B. Ziemba, B.R. Matlaga. Epidemiology and economics of nephrolithiasis. *Investig Clin Urol.* 2017 Sep; 58(5): 299–306. Published online 2017 Aug 10. <https://doi.org/10.4111/icu.2017.58.5.299>
9. S. R. Khan, I. M. S. Pearle, W. G. Robertson, G. Gambaro, B. K. Canales, S. Doizi, O. Traxer, H. Tiselius. Kidney stones. *Nat Rev Dis Primers.* 2016 Feb 25; 2: 16008. Published online 2016 Feb 25. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2016.8>
10. B.W. Turney, J.M. Reynard, J.G. Noble, S.R. Keoghane. Trends in urological stone disease. *BJU Int.* 2012;109:1082–1087. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2011.10495.x>. Epub 2011 Aug 26.
11. D. Prezioso, E. Illiano, G. Piccinocchi, C. Cricelli, R. Piccinocchi, A. Saita, C. Micheli, A. Trinchieri. Urolithiasis in Italy: an epidemiological study. *Arch Ital Urol Androl.* 2014 Jun 30;86(2):99-102. <https://doi.org/10.4081/aiua.2014.2.99>
12. J. Bauer, A. Kahlmeyer, R. Stredele, B.G. Volkmer. Inpatient therapy of urinary stones in Germany: development of the G-DRG system. *Urologe A.* 2014 Dec;53(12):1764-71. <https://doi.org/10.1007/s00120-014-3720-0>.
13. H.H. Kim, M.K. Jo, C. Kwak, S.K. Park, K.Y. Yoo, D. Kang, et al. Prevalence and epidemiologic characteristics of urolithiasis in Seoul, Korea. *Urology.* 2002;59:517–521. [https://doi.org/10.1016/s0090-4295\(01\)01606-5](https://doi.org/10.1016/s0090-4295(01)01606-5).
14. T. Yasui, M. Iguchi, S. Suzuki, K. Kohri. Prevalence

and epidemiological characteristics of urolithiasis in Japan: national trends between 1965 and 2005. *Urology*. 2008;71:209–213. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2007.09.034>.

15. S.R. Bae, J.M. Seong, L.Y. Kim, S.H. Paick, H.G. Kim, Y.S. Lho, et al. The epidemiology of reno-ureteral stone disease in Koreans: a nationwide population-based study. *Urolithiasis*. 2014;42:109–114. <https://doi.org/10.1007/s00240-014-0643-6>. Epub 2014 Feb 14.

16. S.A. Strobe, J.S. Wolf, B.K. Hollenbeck. Changes in gender distribution of urinary stone disease. *Urology*. 2010;75:543–546.e1. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2009.08.007>. Epub 2009 Oct 24.

17. C.J. Boyce, P.J. Pickhardt, E.M. Lawrence, D.H. Kim, R.J. Bruce. Prevalence of urolithiasis in asymptomatic adults: objective determination using low dose noncontrast computerized tomography. *J Urol*. 2010;183:1017–1021. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2009.11.047>. Epub 2010 Jan 21.

18. C.D. Scales, Jr., G. E. Tasian, A. L. Schwaderer, D. S. Goldfarb, R. A. Star, Z. Kirkali. Urinary Stone Disease: Advancing Knowledge, Patient Care, and Population Health. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2016 Jul 7; 11(7): 1305–1312. Published online 2016 Mar 10. <https://doi.org/10.2215/CJN.13251215>

19. S. Alatab, G. Pourmand, El Howairis Mel F, N. Buchholz, I. Najafi, M.R. Pourmand, R. Mashhadi, N. Pourmand. National Profiles of Urinary Calculi: a Comparison Between Developing and Developed Worlds. *Iran J Kidney Dis*. 2016 Mar;10(2):51–61.

20. О.И. Аполихин, А.В. Сивков, Д.А. Бешлиев, Т.В. Солнцева, В.А. Комарова, Е.В. Зайцевская. Анализ урологической заболеваемости в Российской Федерации в 2002–2009 годах по данным официальной статистики. *Экспериментальная и клиническая урология* 2011;(1): 4–10. [О.И. Аполихин, А.В. Сивков, Д.А. Бешлиев, Т.В. Солнцева, В.А. Комарова, Е.В. Зайцевская. Анализ урологической заболеваемости в Российской Федерации в 2002–2009 годах по данным официальной статистики. *Экспериментальная и клиническая урология* 2011;(1): 4–10. (In Russ.)]

21. А.Д. Каприн, О.И. Аполихин, А.В. Сивков, Т.В. Солнцева, В.А. Комарова. Анализ уронефрологической заболеваемости и смертности в Российской Федерации за период 2002–2014 гг. по данным официальной статистики. *Экспериментальная и клиническая урология* 2016;(3): 4–13. [А.Д. Каприн, О.И. Аполихин, А.В. Сивков, Т.В. Солнцева, В.А. Комарова. Анализ уронефрологической заболеваемости и смертности в Российской Федерации за период 2002–2014 гг. по данным официальной статистики. *Экспериментальная и клиническая урология* 2016;(3): 4–13. (In Russ.)]

22. О.И. Аполихин, А.В. Сивков, В.А. Комарова, М.Ю. Просьянников, С.А. Голованов, А.В. Казаченко, А.А. Никушина, В.А. Шадеркина. Заболеваемость мочекаменной болезнью в Российской Федерации (2005–2016 годы). *Экспериментальная и клиническая урология* 2018;(4). [О.И. Аполихин, А.В. Сивков, В.А. Комарова, М.Ю. Просьянников, С.А. Голованов, А.В. Казаченко, А.А. Никушина, В.А. Шадеркина. Заболеваемость мочекаменной болезнью в Российской Федерации (2005–2016 годы). *Экспериментальная и клиническая урология* 2018;(4). (In Russ.)]

23. М.К. Алчинбаев. Мочекаменная болезнь в Республике Казахстан. Сборник трудов I Съезда урологов стран СНГ и XIV Конференции молодых ученых – медиков стран СНГ, посвященные 25 – летию независимости Республики Казахстан и АО «Научный центр урологии имени академика Б.У. Дзарбусынова». – Астана, 2016. – 8–26 стр. [М.К. Алчинбаев. Мочекаменная болезнь в Республике Казахстан. Сборник трудов I Съезда урологов стран СНГ и XIV Конференции молодых ученых – медиков стран СНГ, посвященные 25 – летию независимости Республики Казахстан и АО «Научный центр урологии имени академика Б.У. Дзарбусынова». – Астана, 2016. – 8–26 стр. (In Russ.)]

24. F. Kum, W. Mahmalji, J. Hale, K. Thomas, M. Bultitude, J. Glass. Do stones still kill? An analysis of death from stone disease 1999–2013 in England and Wales. *BJU Int*. 2016 Jul;118(1):140–4. <https://doi.org/10.1111/bju.13409>. Epub 2016 Feb 12.

25. A.D. Rule, E.J. Bergstralh, L.J. Melton III, X. Li, A.L. Weaver, J.C. Lieske. Kidney stones and the risk for chronic kidney disease. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2009;4:804–811. <https://doi.org/10.2215/CJN.05811108>. Epub 2009 Apr 1.

26. R.T. Alexander, B.R. Hemmelgarn, N. Wiebe, A. Bello, C. Morgan, S. Samuel, et al. Kidney stones and kidney function loss: a cohort study. *BMJ*. 2012;345:e5287. <https://doi.org/10.1136/bmj.e5287>.

27. K. Sakhaee, N.M. Maalouf, R. Kumar, A. Pasch, O.W. Moe. Nephrolithiasis-associated bone disease: pathogenesis and treatment options. *Kidney Int*. 2011;79:393–403. <https://doi.org/10.1038/ki.2010.473>. Epub 2010 Dec 1.

28. H.W. Kang, et al. Effect of renal insufficiency on stone recurrence in patients with urolithiasis. *J Korean Med Sci*. 2014;29:1132–1137. <https://doi.org/10.3346/jkms.2014.29.8.1132>. Epub 2014 Jul 30.

29. A.P. Evan, et al. Contrasting histopathology and crystal deposits in kidneys of idiopathic stone formers who produce hydroxy apatite, brushite, or calcium oxalate stones. *Anat Rec. (Hoboken)* 2014;297:731–748.

<https://doi.org/10.1002/ar.22881>. Epub 2014 Jan 30.

30. C. Kristensen, J.H. Parks, M. Lindheimer, F.L. Coe. Reduced glomerular filtration rate and hypercalciuria in primary struvite nephrolithiasis. *Kidney Int.* 1987;32:749–753. <https://doi.org/10.1038/ki.1987.270>.

31. V.K. Sigurjonsdottir, H.L. Runolfsdottir, O.S. Indridason, R. Palsson, V.O. Edvardsson. Impact of nephrolithiasis on kidney function. *BMC Nephrol.* 2015; 16: 149. Published online 2015 Aug 28. <https://doi.org/10.1186/s12882-015-0126-1>.

32. M.T. Keddiss, A.D. Rule. Nephrolithiasis and loss of kidney function. *Curr Opin Nephrol Hypertens.* 2013;22(4):390–6. <https://doi.org/10.1097/MNH.0b013e32836214b9>.

33. V.O. Edvardsson, D.S. Goldfarb, J.C. Lieske, L. Beara-Lasic, F. Anglani, D.S. Milliner, et al. Hereditary causes of kidney stones and chronic kidney disease. *Pediatr Nephrol.* 2013;28(10):1923–42. <https://doi.org/10.1007/s00467-012-2329-z>.

34. N.A. Saucier, M.K. Sinha, K.V. Liang, A.E. Krambeck, A.L. Weaver, E.J. Bergstralh, et al. Risk factors for CKD in persons with kidney stones: a case-control study in Olmsted County, Minnesota. *Am J Kidney Dis.* 2010;55(1):61–8. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2009.08.008>.

35. A. Evan, J. Lingeman, F.L. Coe, E. Worcester. Randall's plaque: pathogenesis and role in calcium oxalate nephrolithiasis. *Kidney Int.* 2006;69(8):1313–8. <https://doi.org/10.1038/sj.ki.5000238>.

36. A.P. Evan, J.E. Lingeman, F.L. Coe, Y. Shao, J.H. Parks, S.B. Bledsoe, et al. Crystal-associated nephropathy in patients with brushite nephrolithiasis. *Kidney Int.* 2005;67(2):576–91. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1755.2005.67114.x>.

37. D.L. Gillen, E.M. Worcester, F.L. Coe. Decreased renal function among adults with a history of nephrolithiasis: a study of NHANES III. *Kidney Int.* 2005;67(2):685–90. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1755.2005.67128.x>.

38. F. Knauf, J.R. Asplin, I. Granja, I.M. Schmidt, G.W. Moeckel, R.J. David, et al. NALP3-mediated inflammation is a principal cause of progressive renal failure in oxalate nephropathy. *Kidney Int.* 2013;84(5):895–901. <https://doi.org/10.1038/ki.2013.207>.

39. J.C. Lieske. New insights regarding the interrelationship of obesity, diet, physical activity, and kidney stones. *J Am Soc Nephrol.* 2014;25(2):211–2. <https://doi.org/10.1681/ASN.2013111189>.

40. Y. Kohjimoto, Y. Sasaki, M. Iguchi, N. Matsumura, T. Inagaki, I. Hara. Association of metabolic syndrome traits and severity of kidney stones: results from a nationwide survey on urolithiasis in Japan. *Am J Kidney Dis.*

2013;61(6):923–9. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2012.12.028>.

41. M. Ordon, et al. The surgical management of kidney stone disease: a population based time series analysis. *J Urol.* 2014;192:1450–1456. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2014.05.095>. Epub 2014 May 24.

42. A. Diri, B. Diri. Management of staghorn renal stones. *Ren Fail.* 2018; 40(1): 357–362. Published online 2018 Apr 16. <https://doi.org/10.1080/0886022X.2018.1459306>.

43. G. Zeng, Z. Zhao, S. Wan, 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;27:1203–1208. <https://doi.org/10.1089/end.2013.0061>.

44. K.R. Ghani, J.D. Sammon, N. Bhojani, P.I. Karakiewicz, M. Sun, S. Sukumar, et al. Trends in percutaneous nephrolithotomy use and outcomes in the United States. *J Urol.* 2013;190(2):558–64. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2013.02.036>. Epub 2013 Feb 19.

45. D. Barnaba, F.S. Grossi, M. Raguso, M. Larocca, G. Salustio, S. Di Lena, et al. Percutaneous treatment of staghorn stones: a retrospective case-control study with evaluation of single vs multiple access to the kidney. *Arch Ital Urol Androl.* 2009;81(1):40–2.

46. C. Türk, T. Knoll, A. Petrik, et al. EAU Guidelines on Urolithiasis. Arnheim: European Association of Urology; 2016. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2015.07.041>. Epub 2015 Sep 4.

47. M. Desai, Y. Sun, N. Buchholz, et al. Treatment selection for urolithiasis: percutaneous nephrolithotomy, ureteroscopy, shock wave lithotripsy, and active monitoring. *World J Urol.* 2017;35:1395–1397. <https://doi.org/10.1007/s00345-017-2030-8>. Epub 2017 Mar 16.

48. A.P. Ganpule, M. Vijayakumar, A. Malpani, et al. Percutaneous nephrolithotomy (PCNL) a critical review. *Int J Surg.* 2016;36:660–664. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2016.11.028>.

49. F. Ozgor, B. Ucpinar, M. Binbay. Effect of Obesity on Prone Percutaneous Nephrolithotomy Outcomes: A Systemic Review. *Urol J.* 2016 Mar 5;13(1):2471–8.

50. S.A.H. Rizvi, M. Hussain, S.H. Askari, A. Hashmi, M. Lal, M.N. Zafar. Surgical outcomes of percutaneous nephrolithotomy in 3402 patients and results of stone analysis in 1559 patients. *BJU Int.* 2017 Nov;120(5):702–709. <https://doi.org/10.1111/bju.13848>. Epub 2017 Apr 17.

51. X. Liu, G. Huang, R. Zhong, S. Hu, R. Deng. Comparison of Percutaneous Nephrolithotomy Under Regional versus General Anesthesia: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Urol Int.* 2018;101(2):132–142. <https://doi.org/10.1159/000491021>. Epub 2018 Jul 20.



52. G.M. Kamphuis, J. Baard, M. Westendarp, J.J.M.C.H. de la Rosette. Lessons learned from the CROES percutaneous nephrolithotomy global study. *World J Urol.* 2015;33:223–233. <https://doi.org/10.1007/s00345-014-1367-5>. Epub 2014 Aug 7.
53. S. Lahme. Miniaturisation of PCNL. *Urolithiasis.* 2018 Feb;46(1):99–106. <https://doi.org/10.1007/s00240-017-1029-3>. Epub 2017 Dec 14.
54. D.B. Hennessey, N.K. Kinnear, A. Troy, D. Angus, D.M. Bolton, D.R. Webb. Mini PCNL for renal calculi: does size matter? *BJU Int.* 2017 May;119 Suppl 5:39–46. <https://doi.org/10.1111/bju.13839>.
55. T. Akman, et al. Tubeless procedure is most important factor in reducing length of hospitalization after percutaneous nephrolithotomy: results of univariable and multivariable models. *Urology.* 2011;77:299–304. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2010.06.060>. Epub 2010 Oct 23.
56. M.G. Pradeepa, M.M. Sinha, K. Tyagi. The halo sign during a percutaneous nephrolithotomy puncture. *Can Urol Assoc J.* 2016;10:E130. <https://doi.org/10.5489/cuaj.3353>.
57. M. Usawachintachit, S. Masic, H.C. Chang, et al. Ultrasound guidance to assist percutaneous nephrolithotomy reduces radiation exposure in obese patients. *Urology.* 2016;98:32–38. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2016.04.012>. Epub 2016 Apr 22.
58. A.P. Ganpule, D.H. Shah, M.R. Desai. Post-percutaneous nephrolithotomy bleeding aetiology and management. *Curr Opin Urol.* 2014;24(2):189–94. <https://doi.org/10.1097/MOU.000000000000025>.
59. F.C. Vicentini, R. Perrella, V.M.G. Souza, M. Hisano, C.B. Murta, J.F.A. Claro. Impact of patient position on the outcomes of percutaneous nephrolithotomy for complex kidney stones. *Int Braz J Urol.* 2018 Sep-Oct;44(5):965–971. <https://doi.org/10.1590/S1677-5538.IBJU.2018.0163>.
60. M.İ. Gökçe, A. Ibiş, A. Sancı, A. Akıncı, U. Bağcı, E.A. Ağaoğlu, et al. Comparison of supine and prone positions for percutaneous nephrolithotomy in treatment of staghorn stones. *Urolithiasis.* 2017;45:603–608. <https://doi.org/10.1007/s00240-017-0977-y>. Epub 2017 Mar 29.
61. J.G. Valdivia, R.M. Scarpa, M. Duvdevani, A.J. Gross, R.B. Nadler, K. Nutahara, et al. Supine versus prone position during percutaneous nephrolithotomy: a report from the clinical research office of the endourological society percutaneous nephrolithotomy global study. *J Endourol.* 2011;25:1619–1625. <https://doi.org/10.1089/end.2011.0110>. Epub 2011 Aug 30.
62. F.C. Vicentini, G.S. Marchini, E. Mazzucchi, J.F. Claro, M. Srougi. Utility of the Guy's stone score based on computed tomographic scan findings for predicting percutaneous nephrolithotomy outcomes. *Urology.* 2014;83:1248–1253. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2013.12.041>. Epub 2014 Mar 5.
63. G.S. Marchini, F.C. Berto, F.C. Vicentini, C.J. Shan, M. Srougi, E. Mazzucchi. Preoperative planning with non-contrast computed tomography in the prone and supine position for percutaneous nephrolithotomy: a practical overview. *J Endourol.* 2015;29:6–12. <https://doi.org/10.1089/end.2014.0299>.
64. M. Sofer, G. Giusti, S. Proietti, I. Mintz, M. Kabha, H. Matzkin, et al. Upper Calyx Approachability through a Lower Calyx Access for Prone Versus Supine Percutaneous Nephrolithotomy. *J Urol.* 2016;195:377–382. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2015.07.101>. Epub 2015 Aug 6.
65. H.H. Nour, A.M. Kamal, E.G. Samir, A.S. Zayed, M.M. Rushdy, A.G. El-Baz, et al. Single-step renal dilatation in percutaneous nephrolithotomy: A prospective randomised study. *Arab J Urol.* 2014;12(3):219–22. <https://doi.org/10.1016/j.aju.2014.06.001>. Epub 2014 Jul 2.
66. A. Srivastava, S. Singh, I.R. Dhayal, P.A. Rai. Prospective randomized study comparing the four tract dilation methods of percutaneous nephrolithotomy. *World j urol.* 2017;35(5):803–807. <https://doi.org/10.1007/s00345-016-1929-9>. Epub 2016 Sep 10.
67. Y. Li, L. Yang, P. Xu, S. Qian, W. Wei, J. Wang, et al. One-shot versus gradual dilation technique for tract creation in percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. *Urolithiasis.* 2013;41(5):443–8. <https://doi.org/10.1007/s00240-013-0583-6>. Epub 2013 Jun 18.
68. C. Dehong, L. Liangren, L. Huawei, W. Qiang. Comparison among four tract dilation methods of percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. *Urolithiasis.* 2013;41(6):523–30. <https://doi.org/10.1007/s00240-013-0598-z>. Epub 2013 Aug 23.
69. S. Amirhassani, S.H. Mousavi-Bahar, A. Iloon Kashkoui, S. Torabian. Comparison of the safety and efficacy of one-shot and telescopic metal dilatation in percutaneous nephrolithotomy: a randomized controlled trial. *Urolithiasis.* 2014;42(3):269–73. <https://doi.org/10.1007/s00240-014-0644-5>. Epub 2014 Feb 16.
70. A.R. El-Nahas, A.M. Elshal, N.A. El-Tabey, et al. Percutaneous nephrolithotomy for staghorn stones: a randomised trial comparing high-power holmium laser versus ultrasonic lithotripsy. *BJU Int.* 2016;118:307–312. <https://doi.org/10.1111/bju.13418>. Epub 2016 Feb 16.
71. D. Jiao, Z. Zhang, Z. Sun, Y. Wang, X. Han. Percutaneous nephrolithotripsy: C-arm CT with 3D virtual navigation in non-dilated renal collecting systems. *Diagn Interv*

*Radiol.* 2018 Jan; 24(1): 17–22. Published online 2017 Dec 19. <https://doi.org/10.5152/dir.2017.17079>.

72. T. Knoll, F. Daels, J. Desai, et al. Percutaneous nephrolithotomy: technique. *World J Urol.* 2017;35:1361–1368. <https://doi.org/10.1007/s00345-017-2001-0>. Epub 2017 Jan 25.

73. J. Wang, Y. Yang, M. Chen, et al. Laparoscopic pyelolithotomy versus percutaneous nephrolithotomy for treatment of large renal pelvic calculi (diameter >2 cm): a meta-analysis. *Acta Chir Belg.* 2016;116:346–356. <https://doi.org/10.1080/00015458.2016.1181312>. Epub 2016 Aug 10.

74. J.P. Geraghty, B.K. Somani. Worldwide Trends of urinary stone disease treatment over the last two decades: a systematic review. *J Endourol.* 2017;31(6):547–556. <https://doi.org/10.1089/end.2016.0895>.

75. P. Jones, M. Elmussareh, O.M. Aboumarzouk, P. Mucksavage, B.K. Somani. Role of Minimally Invasive (Micro and Ultra-mini) PCNL for Adult Urinary Stone Disease in the Modern Era: Evidence from a Systematic Review. *Curr Urol Rep.* 2018 Mar 7;19(4):27. <https://doi.org/10.1007/s11934-018-0764-5>.

76. M. Bagcioglu, A. Demir, H. Sulhan, M.A. Karadag, M. Uslu, U.Y. Tekdogan. Comparison of flexible ureteroscopy and micropercutaneous nephrolithotomy in terms of cost-effectiveness: analysis of 111 procedures. *Urolithiasis.* 2016;44(4):339–44. <https://doi.org/10.1007/s00240-015-0828-7>. Epub 2015 Oct 16.

77. B. Pullar, E. Havranek, T.J. Blacker, S.N. Datta, B. Somani, S. Sriprasad, H. Ratan, S. Scriven, S. Choong, R.D. Smith, S. Mackie. Early multicentre experience of ultra-mini percutaneous nephrolithotomy in the UK. *J Clin Urol.* 2016;8:2051415816658416.

78. T. Karakan, M.F. Kilinc, O.G. Doluoglu, Y. Yildiz, C.N. Yuceturk, M. Bagcioglu, M.A. Karagöz, O. Bas, B. Resorlu. The modified ultra-mini percutaneous nephrolithotomy technique and comparison with standard nephrolithotomy: a randomized prospective study. *Urolithiasis.* 2016;12:1–5. <https://doi.org/10.1007/s00240-016-0890-9>. Epub 2016 May 12.

79. D. Schilling, T. Husch, M. Bader, et al. Nomenclature in PCNL or the tower of babel: a proposal for a uniform terminology. *World J Urol.* 2015;33(11):1905–1907. <https://doi.org/10.1007/s00345-015-1506-7>.

80. P. Jones, O. Aboumarzouk, S. Griffin, B.K. Somani. Role of minimally invasive PCNL techniques: micro and ultra-mini PCNL (<15Fr) in the paediatric population—a systematic review. *J Endourol.* 2017;31(9):816–824. <https://doi.org/10.1089/end.2017.0136>. Epub 2017 Jun 13.

81. Y. Liu, W. Wu, A. Tuerxun, Y. Liu, A. Simayi, J. Huang,

A. Batuer, Y. Zhou, J. Luo, W. Zhong, Z. Zhao. Super-mini percutaneous nephrolithotomy in the treatment of pediatric nephrolithiasis: evaluation of the initial results. *Journal of Endourology.* 2017 Apr;31(S1):S38–S42. <https://doi.org/10.1089/end.2016.0572>. Epub 2016 Dec 5.

82. O. Traxer, G. Wendt-Nordahl, H. Sodha, J. Rassweiler, S. Meretyk, A. Tefekli, F. Coz, J.J. de la Rosette. Differences in renal stone treatment and outcomes for patients treated either with or without the support of a ureteral access sheath: The Clinical Research Office of the Endourological Society Ureteroscopy Global Study. *World J Urol.* 2015;33(12):2137–2144. <https://doi.org/10.1007/s00345-015-1582-8>.

83. J. Armitage, S. Irving, N. Burgess. Percutaneous nephrolithotomy in the United Kingdom: results of prospective data registry. *Eur Urol.* 2012;61(6):1188–1193. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2012.01.003>.

84. A. Wright, N. Rukin, D. Smith, J. De la Rosette, B.K. Somani. Mini, ultra, micro—nomenclature and cost of these new minimally invasive percutaneous nephrolithotomy (PCNL) techniques. *Ther Adv Urol.* 2016;8(2):142–146. <https://doi.org/10.1177/1756287215617674>.

85. P.M.W. Tirtayasa, P. Yuri, P. Birowo, et al. Safety of tubeless or totally tubeless drainage and nephrostomy tube as a drainage following percutaneous nephrolithotomy: A comprehensive review. *Asian J Surg.* 2016; <https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2016.03.003>.

86. U. Sharma, S. S. Yadav, V. Tomar. Factors influencing recoverability of renal function after urinary diversion through percutaneous nephrostomy. *Urol Ann.* 2015 Oct-Dec; 7(4): 499–503. <https://doi.org/10.4103/0974-7796.157960>.

87. J. Wang, C. Zhao, C. Zhang, et al. Tubeless vs standard percutaneous nephrolithotomy: a meta-analysis. *BJU Int.* 2012; 109:918–924. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2011.10463.x>.

88. Q. Zhong, C. Zheng, J. Mo, et al. Total tubeless versus standard percutaneous nephrolithotomy: a meta-analysis. *J Endourol.* 2013;27:420–426. <https://doi.org/10.1089/end.2012.0421>.

89. G. Song, X. Guo, G. Niu, et al. Advantages of tubeless mini-percutaneous nephrolithotomy in the treatment of preschool children under 3 years old. *J Pediatr Surg.* 2015; 50:655–658. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2014.11.042>.

90. Y. Lu, J.G. Ping, X.J. Zhao, et al. Randomized prospective trial of tubeless versus conventional minimally invasive percutaneous nephrolithotomy. *World J Urol.* 2013;31:1303–1307. <https://doi.org/10.1007/s00345-012-0921-2>.

91. M.S. Agrawal, M. Sharma, K. Agarwal. Tubeless percutaneous Nephrolithotomy using Antegrade tether: a randomized study. *J Endourol.* 2014;28:644–648. <https://doi.org/10.1089/end.2013.0693>.

92. P.T. Zhao, D.M. Hoening, A.D. Smith, et al. A randomized controlled comparison of nephrostomy drainage vs ureteral stent following percutaneous nephrolithotomy using the Wisconsin stone QOL. *J Endourol.* 2016;30:1275–1284. <https://doi.org/10.1089/end.2016.0235>.
93. A. Sebaey, M.M. Khalil, T. Soliman, et al. Standard versus tubeless mini-percutaneous nephrolithotomy: a randomized controlled trial. *Arab journal of urology.* 2016;14:18–23. <https://doi.org/10.1016/j.aju.2015.11.005>.
94. S. Kumar, S. Singh, P. Singh, et al. Day care PNL using 'Santosh-PGI hemostatic seal' versus standard PNL: a randomized controlled study. *Cent European J Urol.* 2016;69(2):190-7. <https://doi.org/10.5173/cej.2016.792>. Epub 2016 Jun 20.
95. Y. Xun, Q. Wang, H. Hu, Y. Lu, J. Zhang, B. Qin, Y. Geng, S. Wang. Tubeless versus standard percutaneous nephrolithotomy: an update meta-analysis. *BMC Urol.* 2017 Nov 13;17(1):102. <https://doi.org/10.1186/s12894-017-0295-2>.
96. J.E. Abbott, S.G. Deem, N. Mosley, et al. Are we fearful of tubeless percutaneous nephrolithotomy? Assessing the need for tube drainage following percutaneous nephrolithotomy. *Urology annals.* 2016;8:70–75. <https://doi.org/10.4103/0974-7796.162214>.
97. Xue W, Pacik D, Boellaard W, Breda A, Botoca M, Rassweiler J, Van Cleynenbreugel B, de la Rosette J. Management of single large nonstaghorn renal stones in the CROES PCNL global study. *J Urol.* 2012 Apr;187(4):1293-7. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2011.11.113>. Epub 2012 Feb 15.
98. P. Nikić, O. Durutović, B. Kajmaković, D. Nale, U. Bumbaširević, M. Radovanović, et al. Complications associated with percutaneous nephrolitholapaxy (PCNL)--our experience and literature review. *Acta Chir Iugosl.* 2014;61(1):51–6. PMID: 25782226
99. D. Opondo, S. Gravas, A. Joyce, M. Pearle, T. Matsuda, Y.H. Sun, et al. Standardization of patient outcomes reporting in percutaneous nephrolithotomy. *J Endourol.* 2014 Jul;28(7):767-74. <https://doi.org/10.1089/end.2014.0057>. Epub 2014 Apr 16.
100. S. Kumar, R. Keshavamurthy, V. S. Karthikeyan, A. Mallya. Complications after prone PCNL in pediatric, adult and geriatric patients – a single center experience over 7 years. *Int Braz J Urol.* 2017 Jul-Aug; 43(4): 704–712. <https://doi.org/10.1590/S1677-5538.IBJU.2016.0563>.
101. H. Ozturk. Tubeless versus standard PCNL in geriatric population. *Actas Urol Esp.* 2015 Oct;39(8):494-501. <https://doi.org/10.1016/j.acuro.2015.02.010>. Epub 2015 Apr 30.
102. N.K. Goyal, A. Goel, S.N. Sankhwar, V. Singh, B.P. Singh, R.J. Sinha, et al. A critical appraisal of complications of percutaneous nephrolithotomy in paediatric patients using adult instruments. *BJU Int.* 2014 May;113(5):801-10. <https://doi.org/10.1111/bju.12506>. Epub 2014 Feb 14.
103. J.J. de la Rosette, D. Opondo, F.P. Daels, G. Giusti, A. Serrano, S.V. Kandasami, et al. Categorisation of complications and validation of the Clavien score for percutaneous nephrolithotomy. *Eur Urol.* 2012 Aug;62(2):246-55. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2012.03.055>. Epub 2012 Apr 4.
104. M.S. Michel, L. Trojan, J.J. Rassweiler. Complications in percutaneous nephrolithotomy. *Eur Urol* 2007 Apr;51(4):899-906; discussion 906. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2006.10.020>. Epub 2006 Oct 25.
105. Yu J, Choi JM, Lee J, Kwon K, Kong YG, Seo H, Hwang JH, Park HK, Kim YK. Risk factors for pulmonary complications after percutaneous nephrolithotomy: a retrospective observational analysis. *Medicine (Baltimore)* 2016 Aug;95(35):e4513. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000004513>.
106. Joung KW, Choi SS, Kong YG, Yu J, Lim J, Hwang JH, Kim YK. Incidence and risk factors of acute kidney injury after radical cystectomy: importance of preoperative serum uric acid level. *Int J Med Sci.* 2015 Jul 16;12(7):599-604. <https://doi.org/10.7150/ijms.12106>. eCollection 2015.
107. Caddeo G, Williams ST, McIntyre CW, Selby NM. Acute kidney injury in urology patients: incidence, causes and outcomes. *Nephrourol Mon.* 2013 Nov;5(5):955-61. <https://doi.org/10.5812/numonthly.12721>. Epub 2013 Nov 13.
108. Hobson C, Ozrazgat-Baslanti T, Kuxhausen A, Thottakkara P, Efron PA, Moore FA, Moldawer LL, Segal MS, Bihorac A. Cost and mortality associated with postoperative acute kidney injury. *Ann Surg.* 2015 Jun;261(6):1207-14. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000000732>.
109. J. Yu, H.K. Park, H.J. Kwon, J. Lee, J.H. Hwang, H.Y. Kim, Y.K. Kim. Risk factors for acute kidney injury after percutaneous nephrolithotomy: Implications of intraoperative hypotension. *Medicine (Baltimore).* 2018 Jul;97(30):e11580. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000011580>.
110. Sun LY, Wijeyesundera DN, Tait GA, Beattie WS. Association of intraoperative hypotension with acute kidney injury after elective noncardiac surgery. *Anesthesiology.* 2015 Sep; 123(3):515-23. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000765>.
111. Hallqvist L, Granath F, Huldt E, Bell M. Intraoperative hypotension is associated with acute kidney injury in noncardiac surgery: an observational study. *Eur J Anaesthesiol.* 2018 Apr;35(4):273-279. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000000735>.
112. Cheung CC, Martyn A, Campbell N, Frost S, Gilbert K, Michota F, Seal D, Ghali W, Khan NA. Predictors of intraoperative hypotension and bradycardia. *Am J Med.* 2015

May;128(5):532-8. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2014.11.030>. Epub 2014 Dec 22.

113. L.S. Chawla, P.L. Kimmel. Acute kidney injury and chronic kidney disease: an integrated clinical syndrome. *Kidney Int.* 2012 Sep;82(5):516-24. <https://doi.org/10.1038/ki.2012.208>. Epub 2012 Jun 6.

114. Venkatachalam MA, Griffin KA, Lan R, Geng H, Saikumar P, Bidani AK. Acute kidney injury: a springboard for progression in chronic kidney disease. *Am J Physiol Renal Physiol.* 2010 May;298(5):F1078-94. <https://doi.org/10.1152/ajprenal.00017.2010>. Epub 2010 Mar 3.

115. X. Wang, S. Li, T. Liu, Y. Guo, Z. Yang. Laparoscopic pyelolithotomy compared to percutaneous nephrolithotomy as surgical management for large renal pelvic calculi: a meta-analysis. *J Urol.* 2013;190(3):888-893. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2013.02.092>.

116. Y. Bai, Y. Tang, L. Deng, X. Wang, Y. Yang, J. Wang, P. Han. Management of large renal stones: laparoscopic pyelolithotomy versus percutaneous nephrolithotomy. *BMC Urol.* 2017 Aug 31;17(1):75. <https://doi.org/10.1186/s12894-017-0266-7>. Review.

117. S. Li, T.Z. Liu, X.H. Wang, X.T. Zeng, G. Zeng, Z.H. Yang, H. Weng, Z. Meng, J.Y. Huang. Randomized controlled trial comparing retroperitoneal laparoscopic Pyelolithotomy versus Percutaneous Nephrolithotomy for the treatment of large renal pelvic calculi: a pilot study. *J Endourol.* 2014;28(8):946-950. <https://doi.org/10.1089/end.2014.0064>.

118. F. Soucy, R. Ko, M. Duvdevani, L. Nott, J.D. Dendstedt, H. Razvi. Percutaneous nephrolithotomy for staghorn calculi: a single center's experience over 15 years. *J Endourol.* 2009;23(10):1669-1673. <https://doi.org/10.1089/end.2009.1534>.

119. H.R. Gandhi, A. Thomas, B. Nair, G. Pooleri. Laparoscopic pyelolithotomy: an emerging tool for complex staghorn nephrolithiasis in high-risk patients. *Arab J Urol.* 2015;13(2):139-145. <https://doi.org/10.1016/j.aju.2014.10.004>.

120. J.W. Lee, S.Y. Cho, C.W. Jeong, J. Yu, H. Son, H. Jeong, S.J. Oh, H.H. Kim, S.B. Lee. Comparison of surgical outcomes between laparoscopic Pyelolithotomy and Percutaneous Nephrolithotomy in patients with multiple renal stones in various parts of the Pelvocalyceal system. *J Laparoendosc Adv S.* 2014;24(9):634-639. <https://doi.org/10.1089/lap.2014.0046>.

121. Fayad AS, Elsheikh MG, Mosharafa A, El-Sergany R, Abdel-Rassoul MA, Elshenofy A, Ghamrawy H, El Bary AA, Fayad T. Effect of multiple access tracts during percutaneous nephrolithotomy on renal function: Evaluation of risk factors for renal function deterioration. *J Endourol.* 2014 Jul;28(7):775-9. <https://doi.org/10.1089/end.2013.0771>

122. Basiri A, Tabibi A, Nouralizadeh A, Arab D, Rezaeetalab GH, Hosseini Sharifi SH, Soltani MH. Comparison of safety and efficacy of laparoscopic pyelolithotomy versus percutaneous nephrolithotomy in patients with renal pelvic stones: A randomized clinical trial. *Urol J.* 2014 Nov 30;11(6):1932-7. PMID: 25433470.

123. De S, Autorino R, Kim FJ, Zargar H, Laydner H, Balsamo R, Torricelli FC, Di Palma C, Molina WR, Monga M, De Sio M. Percutaneous nephrolithotomy versus retrograde intrarenal surgery: a systematic review and meta-analysis. *Eur Urol.* 2015 Jan;67(1):125-137. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2014.07.003>

124. A. Aminsharifi, D. Irani, M. Masoumi, B. Goshtasbi, A. Aminsharifi, R. Mohamadian. The management of large staghorn renal stones by percutaneous versus laparoscopic versus open nephrolithotomy: a comparative analysis of clinical efficacy and functional outcome. *Urolithiasis.* 2016;44(6):551-557. <https://doi.org/10.1007/s00240-016-0877-6>.

125. Zhao C, Yang H, Tang K, Xia D, Xu H, Chen Z, Ye Z. Comparison of laparoscopic stone surgery and percutaneous nephrolithotomy in the management of large upper urinary stones: a meta-analysis. *Urolithiasis.* 2016 Nov;44(6):479-490. <https://doi.org/10.1007/s00240-016-0862-0>

126. Chipde SS, Agrawal S. Retroperitoneoscopic pyelolithotomy: a minimally invasive alternative for the management of large renal pelvic stone. *Int Braz J Urol.* 2014 Jan-Feb;40(1):123-4;discussion 124. <https://doi.org/10.1590/S1677-5538.IBJU.2014.01.18>

127. Nottingham CU, Cohen AJ, Packiam VT, Pariser JJ, Gerber GS. Hospital-Based Analysis of Trends and Outcomes for Patients Undergoing Pyelolithotomy. *J Endourol.* 2017 Jan;31(1):78-84. <https://doi.org/10.1089/end.2016.0672>

128. Handa RK, Johnson CD, Connors BA, Evan AP, Lingeman JE, Liu Z. Percutaneous Renal Access: Surgical Factors Involved in the Acute Reduction of Renal Function. *J Endourol.* 2016 Feb;30(2):178-83. <https://doi.org/10.1089/end.2015.0542>

129. F.T. Chen, F.C. Liu, C.W. Cheng, J.R. Lin, H.P. Yu. Postoperative Renal Outcomes of Patients Receiving Percutaneous Nephrolithotomy versus Pyelolithotomy: A Population-Based Cohort Study. *Biomed Res Int.* 2018 May 2;2018:8582901. <https://doi.org/10.1155/2018/8582901>

130. I. Cicekbilek, B. Resorlu, U. Oguz, C. Kara, A. Unsal. Effect of percutaneous nephrolithotomy on renal functions in children: Assessment by quantitative SPECT of 99mTc-DMSA uptake by the kidneys. *Ren Fail.* 2015;37(7):1118-1121. <https://doi.org/10.3109/0886022X.2015.1056063>



131. R. Singal, S. Dhar. Retroperitoneal laparoscopic pyelolithotomy in renal pelvic stone versus open surgery – a comparative study. *Clujul Med.* 2018;91(1):85-91. <https://doi.org/10.15386/cjmed-732>

132. C. Qin, W. Shangqian, L. Pu, C. Qiang, S. Pengfei, L. Pengchao, et al. Retroperitoneal laparoscopic technique in treatment of complex renal stones: 75 cases. *BMC Urol.* 2014 Feb 4;14:16. <https://doi.org/10.1186/1471-2490-14-16>

133. G. Keramida, J.M. James, M.C. Prescott, A.M. Peters. Pitfalls and Limitations of Radionuclide Renal Imaging in Adults. *Semin Nucl Med.* 2015 Sep;45(5):428-39. <https://doi.org/10.1053/j.semnuclmed.2015.02.008>

134. D.L. Nguyen, C. de Labriolle-Vaylet, E. Durand, P.X. Fernandez, F. Bonnin, D. Deliu, F.L. Besson, P. Chaumet-Riffaud. Reproducibility of differential renal function measurement using technetium-99m-ethylenedicysteine dynamic renal scintigraphy: a French prospective multicentre study. *Nucl Med Commun.* 2018 Jan;39(1):10-15. <https://doi.org/10.1097/MNM.0000000000000769>

135. S.A. Çamlar, N. Devenci, A. Soylu, M.A. Türkmen, D. Özmen, G. Çapakaya, S. Kavukçu. The role of dynamic renal scintigraphy on clinical decision making in hydronephrotic children. *Saudi J Kidney Dis Transpl.* 2017 Jan-Feb;28(1):76-80. <https://doi.org/10.4103/1319-2442.198146>

136. ACR STANDARDS. Renal scintigraphy. ACR Standards for the performance of adult and pediatric renal scintigraphy. 2002;481-484.

137. T.A. Veitch. Pediatric nuclear medicine. Part I: Developmental cues. T.A. Veitch. *J. Nucl. Med. Technology.* 2000 Mar;28(1):3-7;

138. ACR Standart Book by the Committee on Standards of the Commission on Nuclear Medicine. Renal Scintigraphy, 1999;481-484.

#### Сведения об авторах

**Пак Юрий Георгиевич** – руководитель Городского центра урологии ГКП на ПХВ «ГМБ2», [uropak78@mail.ru](mailto:uropak78@mail.ru)

**Ягудаев Даниэль Меерович** – д.м.н., профессор, руководитель центра эндохирургии и малоинвазивных технологий, ЧУЗ «Центральная клиническая больница «РЖД-Медицина», [y.d.m.21@mail.ru](mailto:y.d.m.21@mail.ru)

**Галлямов Эдуард Абдулхаевич** – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей хирургии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова; [gal\\_svetlana@mail.ru](mailto:gal_svetlana@mail.ru); <http://orcid.org/0000-0002-6359-0998>

#### Для корреспонденции

**Пак Юрий Георгиевич** – руководитель Городского центра урологии ГКП на ПХВ «ГМБ2», 8-701-250-50-98; [uropak78@mail.ru](mailto:uropak78@mail.ru)

#### Information about authors

**Yuriy G. Pak** – Head of the City Center of Urology, CUC «GMB2», [uropak78@mail.ru](mailto:uropak78@mail.ru)

**Daniel M. Yagudaev** – Dr. Sci., Professor, Head of the Center for Endosurgery and Minimally Invasive Technologies, ChUZ «Central Clinical Hospita Russian Railways-Medicine», [y.d.m.21@mail.ru](mailto:y.d.m.21@mail.ru)

**Eduard A. Gallyamov** – Dr. Sci., Professor, Head of the General Surgery Department, Sechenov First Moscow State Medical University; [gal\\_svetlana@mail.ru](mailto:gal_svetlana@mail.ru) ; <http://orcid.org/0000-0002-6359-0998>.

#### For correspondence

**Yuriy G. Pak** – Head of the City Center of Urology, CUC «GMB2», 8-701-250-50-98; [uropak78@mail.ru](mailto:uropak78@mail.ru)

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interest.