

## СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ КОРАЛЛОВИДНЫМ НЕФРОЛИТИАЗОМ

Александрова К.А., Руденко В.И., Серова Н.С.,  
Песегов С.В., Капанадзе А.Б.

**Ц**ель исследования. Оценить клиническое значение компьютерного моделирования и КТ-перфузии в улучшении результатов лечения больных коралловидным нефролитиазом.

**Материалы и методы.** С целью оценки клинического значения 3-D компьютерного моделирования в улучшении результатов лечения больных коралловидным нефролитиазом (КН) проведен анализ обследования и лечения 143 пациентов с К2-К4. Группа пациентов с 3-D моделированием составила 71 пациент (49,6%), контрольную группу 72 пациента (50,4%) со стандартным клиническим обследованием. Ретроспективно проведен анализ частоты интра- и послеоперационных осложнений (кровотечение и т.д.), а также частоты резидуальных камней.

Для оценки значения КТ-перфузии почек на улучшение результатов лечения больных коралловидным нефролитиазом (КН) проведен анализ комплексного обследования и лечения 18 пациентов с коралловидными камнями. Исследования проводились на аппарате Aquilion One 640 (Canon, Япония) в объемном режиме, с толщиной среза 0,5 мм, в режиме мягкотканой реконструкции. Всем пациентам проводилась КТ-перфузия с последующим построением перфузионных карт на рабочей станции с целью измерения перфузионных показателей коркового и мозгового вещества почки до и после хирургического лечения для оценки параметров почечного кровотока.

**Результаты.** При анализе структуры методов лечения в зависимости от применения компьютерного моделирования патологического процесса отмечается увеличение общей доли эффективности эндоскопических пособий в качестве монотерапии на 12,34% по сравнению с контрольной группой пациентов со стандартным обследованием, что доказало важность изучения топографо-анатомического строения почки в сочетании с патологическим процессом на трехмерной цифровой модели при планировании вмешательства.

Анализ результатов КТ-перфузии почек с мониторингом изменений показателей перфузии в до- и послеоперационном периодах показал себя как эффективный метод контроля восстановления функции почек в послеоперационном периоде.

**Заключение.** Компьютерное моделирование и оценка перфузии почки дают возможность предупредить интра- и послеоперационные осложнения, спрогнозировать результат оперативного лечения, количественно оценить функциональное состояние почек, а также степень и характер обструкции мочевых путей.

Ключевые слова: мочекаменная болезнь, коралловидный нефролитиаз, ангиоархитектоника почки, чрескожная нефролитотрипсия, мультиспиральная компьютерная томография, КТ-перфузия.

Контактный автор: Александрова К.А., ksenia\_alexandrova@mail.ru

Для цитирования: Александрова К.А., Руденко В.И., Серова Н.С., Песегов С.В., Капанадзе А.Б. Современные возможности программной обработки результатов компьютерной томографии при планировании лечения больных коралловидным нефролитиазом. REJR 2019; 9(2):133-140. DOI:10.21569/2222-7415-2019-9-2-133-140.

Статья получена: 13.05.19

Статья принята: 14.06.19

ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова  
Минздрава России  
(Сеченовский Университет).  
г. Москва, Россия.

## MODERN OPPORTUNITIES OF THE SOFTWARE PROCESSING OF THE COMPUTED TOMOGRAPHY RESULTS IN THE PLANNING OF PATIENT'S TREATMENT WITH STAGHORN NEPHROLITHIASIS

Alexandrova K.A., Rudenko V.I., Serova N.S.,  
Pesegov S.V., Kapanadze L.B.

I.M. Sechenov First  
Moscow State Medical  
University  
Moscow, Russia

**Purpose.** To evaluate the clinical significance of computer simulation and CT perfusion in improving the results of patients treatment with coral nephrolithiasis.

**Materials and methods.** In order to evaluate the clinical value of 3D - computer simulation in improving the results of treatment of patients with staghorn nephrolithiasis (SN), the analysis of examination and treatment of 143 patients with K2-K4 was carried out. The group of patients with 3D - modeling was 71 patients (49.6%), the control group of 72 patients (50.4%) with standard clinical examination. Retrospectively, the frequency of intra- and postoperative complications (bleeding, etc.), as well as the frequency of residual stones were analyzed.

To assess the value of kidney CT perfusion, to improve the treatment outcomes of patients with staghorn nephrolithiasis (SN), an analysis of the complex examination and treatment of 18 patients with coral stones was carried out. Studies were carried out on the apparatus Aquilion One 640 (Canon, Japan) in the volumetric mode, with a slice thickness of 0.5 mm, in the mode of soft-tissue reconstruction. All patients underwent CT perfusion followed by the construction of perfusion maps at the workstation to measure the perfusion parameters of the cortical and medulla of the kidney before and after surgical treatment to assess the parameters of renal blood flow.

**Results.** When analyzing the structure of treatment methods, depending on the use of computer modeling of the pathological process, there is an increase in the total share of the effectiveness of endoscopic aids as monotherapy by 12.34% compared with the control group of patients with a standard examination, which proved the importance of studying the topographic-anatomical structure of the kidney in combination with pathological process on a three-dimensional digital model when planning an intervention. A study of kidney CT perfusion with monitoring changes in perfusion indices in the pre- and postoperative periods has shown itself to be an effective method for monitoring the recovery of renal function.

**Conclusion.** Computer modeling and evaluation of renal perfusion make it possible to prevent intra- and postoperative complications, to predict the result of surgical treatment, to quantify the functional state of the kidneys, as well as the degree and nature of urinary tract obstruction.

**Keywords:** urolithiasis, coral-like nephrolithiasis, the structure of the pelvis-pelvic system, angioarchitecture of the kidney, percutaneous nephrolithotripsy, combined treatment, multispiral computed tomography, perfusion, kidney function, contrast agent.

Corresponding author: Alexandrova K.A., e-mail: ksenia\_alexandrova@mail.ru

*For citation: Alexandrova K.A., Rudenko V.I., Serova N.S., Pesegov S.V., Kapanadze L.B. Modern opportunities of the software processing of the computed tomography results in the planning of patient's treatment with staghorn nephrolithiasis. REJR 2019; 9(2):133-140. DOI:10.21569/2222-7415-2019-9-2-133-140.*

**Received: 13.05.19**

**Accepted: 14.06.19**

**М**очекаменная болезнь является наиболее распространенным урологическим заболеванием. Результаты оперативного лечения наряду с коррекцией обменных нарушений и метафилактикой рецидива играют важную роль в течении мочекаменной болезни. В связи с этим оценка ожидаемого риска и осложнений предстоящего оперативного лечения являются важной задачей клинической урологии. Актуальность данной проблемы не исключает необходимость повторных оперативных вмешательств, что связано с высокой частотой рецидивирования заболевания как истинного, так и ложного.

Особой и сложной формой мочекаменной болезни является коралловидный нефролитиаз (КН), который встречается почти у трети пациентов. Ведущее место в выборе тактики лечения у этих пациентов занимает не только выбор метода оперативного лечения, но и планирование его осуществления. Основопологающими факторами в данном случае являются информация о форме коралловидного камня, индивидуальной стерео-анатомии чашечно-лоханочной системы и особенности ангиоархитектоники [1].

Наиболее распространенным методом лечения коралловидного нефролитиаза является чрескожная нефролитотрипсия (ЧНЛТ). Данная эндоскопическая техника стала применяться благодаря внедрению в 1953 году Yoodwin чрескожной пункционной нефростомии при гидронефрозе. Залогом успеха ЧНЛТ является формирование безопасного и наименее травматичного нефростомического канала в правильном направлении. Возможности и ограничения данной методики во многом определяются топографией и анатомией почек, а также особенностями эндоскопического доступа к камню, что объясняется применением в основном ригидного инструментария, и вследствие этого определенной ограниченностью эндовизуализации внутрипочечных структур. Все это определяет необходимость оценки информации о прикладной анатомии, пространственном строении чашечно-лоханочной системы и особенностях почечного кровоснабжения в каждом индивидуальном случае.

Несмотря на высокую эффективность эндоскопических методик, чрескожной нефролитотрипсии также присущ ряд общих и специфических осложнений. По литературным данным эти осложнения встречаются в 1-26,6% наблюдений [2-5]. Основным механизмом, приводящим к развитию осложнений при чрескожной нефролитотрипсии связан непосредственно с манипуляцией на почке на этапе формирования нефростомического канала и/или во время эндоскопических манипуляций с камнем.

Большинство осложнений, встречающихся

при операциях по поводу коралловидного нефролитиаза, могут быть предупреждены. Неадекватный операционный доступ, отсутствие у хирурга опыта выполнения операции, незнание основных вариантов и возможных аномалий мочевых путей, невнимательность и технические ошибки – все это может послужить причиной развития осложнений различной степени тяжести.

В большинстве своем это общеизвестные осложнения, такие как кровотечения, связанные в первую очередь с отсутствием детального понимания ангиоархитектоники почки или резидуальные (остаточные) камни или фрагменты, которые являются следствием неправильно выбранных пункционных доступов. Однако основную массу этих ошибок можно предупредить, если тщательно соблюдать ряд определенных условий. Неотъемлемой частью планирования предстоящего вмешательства является четкое понимание анатомии, наиболее частых вариантов внутреннего строения почки и ее ангиоархитектоники. Другим важным моментом является понимание патологического процесса, позволяющего установить характер поражения почек и мочевых путей и предпринять необходимое оперативное вмешательство. Избежать ошибок позволяют применение современных методов дооперационной диагностики и правильно выбранная тактика лечения.

В современной хирургии основные задачи диагностики должны быть решены до начала операции, а во время оперативного вмешательства лишь подтверждаются заранее известные факты. Таким образом, уролог еще до операции располагает всей информацией о возможных рисках, четко представляет себе особенности планируемой операции. Только взвесив все выявленные особенности течения патологического процесса, в сочетании с пониманием внутреннего строения и функционального состояния почки, можно правильно выбрать способ оперативного лечения.

Различные методы медицинской визуализации, основанные на качественно разных физических принципах, развивались в большинстве случаев независимо друг от друга. Создание изображения внутреннего анатомического строения и функций человеческого тела является фундаментальным для медицинской науки. Несмотря на прогресс методов визуализации, процесс интерпретации результатов исследования и оценки течения патологического процесса существенных изменений не претерпел, все так же по-прежнему необходимы хорошие знания лучевой анатомии.

До настоящего времени планирование оперативного лечения имело место только в сознании уролога, где формировались представления топографо-анатомических взаимоотно-



Рис. 1 а (Fig. 1 а)



Рис. 1 б (Fig. 1 б)

**Рис. 1. МСКТ.**

а - Компьютерная модель почки с изображением магистральных сосудов, паренхимы почки, чашечно-лоханочной системы и коралловидного камня.

б - Совмещение трехмерной модель чашечно-лоханочной системы с фронтальным сканом компьютерной томограммы.

**Fig. 1. MSCT.**

а - A computer model of the kidney with the image of the great vessels, the kidney parenchyma, the cup pelvis system and the coral-shaped stone.

б - Combining a three-dimensional model of the cup-pelvis-plating system with a frontal scan of a computer tomogram.

шений, течение патологического процесса и прогноза эффективности предстоящего лечения. Новые технологии компьютерной графики позволяют не только подтвердить предположения, но и убедиться в эффективности и безопасности планируемой операции, используя ее компьютерное моделирование. Широкое применение приобрело 3D компьютерное моделирование патологического процесса, основанное на постпроцессинговой компьютерной обработке результатов, полученных при МСКТ (рис. 1). Данный метод позволяет на дооперационном этапе изучить трехмерную модель органа с возможностью ее пространственного анализа, выявляя индивидуальные анатомические особенности мочевых путей, ангиоархитектоники и особенности анатомо-функционального строения почки, а также всесторонне оценить характер патологического процесса.

Другим направлением развития современных цифровых технологий является КТ-перфузия. КТ перфузия почки – новый, точный, неинвазивный метод исследования, позволяющий количественно определять изменения в скорости кровотока почек, а также функциональные изменения почек [6, 7]. Метод КТ-перфузии основывается на регистрации временных изменений в ткани после введения йодсодержащих контрастных веществ. При анализе данных КТ-перфузии учитывается, что

усиление сигнала линейно пропорционально концентрации контрастного вещества в ткани [8]. КТ-перфузия почки обладающая такими преимуществами, как высокое разрешение, количественная оценка тканевой перфузии и неизвазивность, открывает новые возможности для всесторонней визуализации почек и позволяет делать переход от описания морфологических изменений к оценке суммарной и раздельной функции почек.

Современные цифровые технологии позволяют осуществлять предоперационное планирование и облегчают интраоперационную навигацию. Обработка КТ-данных позволяет получить все необходимые характеристики коралловидного камня. Определение его формы и размеров, взаиморасположение и углы отхождения его отростков (фрагментов), возможность оценить плотность, место пункции и количество доступов к камню играют важную роль в планировании оперативного лечения, определение объема и этапности лечения. Методика позволяет на дооперационном периоде хирургу разработать тактику лечения, учитывая все персонализированные параметры и оценить предполагаемую эффективность лечения у каждого конкретного больного [9].

**Цель работы.**

Оценить клиническое значение 3D-компьютерного моделирования и КТ-

перфузии в улучшении результатов лечения больных коралловидным нефролитиазом.

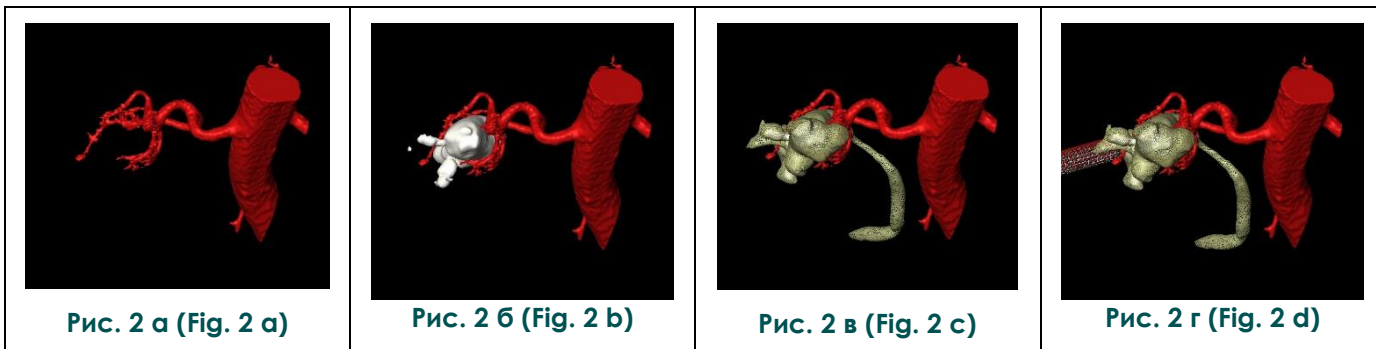
**Материалы и методы.**

С целью анализа клинического значения 3D-компьютерного моделирования в улучшении результатов оперативного лечения больных коралловидным нефролитиазом (КК) проведен анализ обследования и лечения 143 пациентов с К2-К4. Группа пациентов с 3D-моделированием составила 71 пациент (49,6%), контрольную группу 72 пациента (50,4%) со стандартным клиническим обследованием. Разделение пациентов внутри групп производилось на основании формы строения ЧЛС (предложенной Сам-

го и мозгового вещества почки до и после оперативного лечения для оценки параметров почечного кровотока.

**Результаты.**

В оценке клинического значения 3D-компьютерного моделирования в улучшении результатов оперативного лечения больных с коралловидным нефролитиазом, мы установили, что эффективность лечения коралловидного нефролитиаза составила 96,5% (n=143), а эффективность ЧНЛТ-монотерапии 82,52%. Частота встречаемости осложнений при оперативном лечении пациентов с К2-К4 составляет 27,27% случаев (n=143), в том числе резидуаль-



**Рис. 1. МСКТ.**

Изучение ангиоархитектоники почки (а) в сочетании с патологическим процессом (б) и строением чашечно-лоханочной системы (в) при планировании эндоскопического доступа (г).

**Fig. 1. MSCT.**

Study of angioarchitectonics of the kidney (a) in combination with the pathological process (b) and the structure of the cup-pelvis-plating system (c) when planning endoscopic access (d).

пайю), типа ротации чашечек (предложенного Броделем и Ходсоном), классификации коралловидных камней (предложенной А.Г. Мартовым) и видов выполненного оперативного лечения [10, 11]. Кроме того, ретроспективно проводился анализ частоты интра- и послеоперационных осложнений (кровотечение и т.д.), а также наличие резидуальных (остаточных) камней или фрагментов.

Для оценки влияния КТ-перфузии почек на улучшение результатов лечения коралловидного нефролитиаза проведен анализ обследования и лечения 18 пациентов (100%) с коралловидными камнями. Пациенты с почечной недостаточностью (креатинин сыворотки >1,5 мг/дл [114 моль/л]), с двусторонними камнями почки, а также с единственной почкой и несовершеннолетние пациенты (менее 18 лет) были исключены.

Исследования проводились на аппарате Aquilion One 640 (Canon) в объёмном режиме, с толщиной среза 0,5 мм, в режиме мягкотканой реконструкции. Всем пациентам проводилась КТ перфузия с последующим построением перфузионных карт на рабочей станции с целью измерения перфузионных показателей корково-

ные камни выявлены в 17,48% (25 пациентов), а интраоперационные кровотечения наблюдались в 8,39% случаев (12 пациентов).

При анализе структуры методов лечения в зависимости от применения компьютерного 3D-моделирования патологического процесса отмечается увеличение общей доли эффективности эндоскопических пособий в качестве монотерапии на 12,34% по сравнению с контрольной группой пациентов со стандартным клиническим обследованием, что доказало роль клинического значения топографо-анатомического строения почки в сочетании с патологическим процессом на трехмерной цифровой модели при планировании операции (рис. 2).

При анализе всех осложнений, большое внимание уделяется резидуальным (остаточным) камням. Количество пациентов, которым потребовалось повторное оперативное лечение, составило 25 человек (17,48%). Применение компьютерного 3D-моделирования, при сравнении основной и контрольных групп, позволило сократить встречаемость резидуальных камней на 12,34%. Интраоперационное кровотечение развилось у 12 пациентов (8,39%). Испол-



Рис. 3 (Fig. 3)

**Рис. 3. КТ-перфузия у пациента с коралловидным камнем левой почки, фронтальная реконструкция.**

Отмечается снижение AF в корковом и мозговом слое левой почки. Снижение показателей перфузии в левой почке отмечено не было.

**Fig. 3. CT perfusion in a patient with a coral stone of the left kidney, frontal reconstruction.**

There is a decrease in AF in the cortical and medulla of the left kidney. A decrease in perfusion in the left kidney was noted.

зование компьютерного 3D - моделирования позволило сократить количество случаев интраоперационных кровотечений на 5,48%.

Проведенные КТ перфузионные исследования, выполненные в дооперационном периоде, показали, что у пациентов с коралловидными камнями (КК) на стороне поражения отмечалось снижение показателей перфузии, таких как скорость кровотока (AF – arterial flow) и эквивалентный объем кровенаполнения (BV – blood volume) (табл. 1), при этом изменения перфузионных показателей в контралатеральной почке выявлено не было.

Лечение больных производилось методами ЧНЛТ (56%, 14 человек) и УРС (36%, 11 человек). На 7 день после операции так же были выполнены контрольные перфузионные исследования для оценки эффективности лечения, которое было успешно выполнено у всех 18 пациентов, что и было отмечено восстановлением параметров перфузии. В дооперационном периоде отмечалось выраженное снижение показателей перфузии на стороне обструкции по сравнению с показателями контралатеральной почки: AF в корковом и мозговом слоях почки был снижен на 29% (до  $237 \pm 18$  мл/100 г/мин) и 13% (до  $190 \pm 31$  мл/100 г/мин), соответственно, BV в корковом и мозговом слоях почки был снижен на 33% (до  $28 \pm 23$  мл/100 г/мин) и 26% (до  $29 \pm 11$  мл/100 г/мин), соответственно.

**Таблица №1. Средние показатели перфузии в корковом и мозговом слое у пациентов с коралловидными конкрементами.**

	Рекомендуемые значения перфузии	Результаты исследования в дооперационном периоде	Результаты исследования в постоперационном периоде
<b>Контрольная почка (с коралловидным конкрементом)</b>			
Корковый AF	$329 \pm 31$	$237 \pm 18$	$301 \pm 24$
Мозговой AF	$216 \pm 28$	$190 \pm 31$	$210 \pm 27$
Корковый BV	$44 \pm 22$	$28 \pm 23$	$41 \pm 26$
Мозговой BV	$41 \pm 16$	$29 \pm 11$	$37 \pm 15$
<b>Контралатеральная почка</b>			
Корковый AF	$329 \pm 31$	$334 \pm 27$	$332 \pm 29$
Мозговой AF	$216 \pm 28$	$219 \pm 23$	$214 \pm 26$
Корковый BV	$44 \pm 22$	$42 \pm 19$	$44 \pm 17$
Мозговой BV	$41 \pm 16$	$39 \pm 15$	$38 \pm 19$

Снижений значений перфузии в контралатеральной почке отмечено не было. Исследование в постоперационном периоде определило восстановление параметров перфузии почки, подвергшейся терапии, относительно показателей контралатеральной почки: разница значений AF в корковом и мозговом слоях почек составила 9% и 2%, соответственно, разница значений BV в корковом и мозговом слоях почек составила 7% и 2%, соответственно. Каких-либо технических проблем или побочных реакций на введение рентген-контрастного вещества не отмечено.

Полученные результаты продемонстрировали снижение показателей перфузии у пациентов с коралловидными камнями почки, что свидетельствует об аномальной низкой перфузии в корковом и мозговом слоях почек с КК. Основным механизмом нарушения почечного кровотока при КК является снижение внутрипочечного кровотока с выраженным отеком паренхимы почки. Повышенное давление в мочеточнике активирует ренин-ангиотензиновую систему и увеличивает уровень вазоконстрикторов, что проявляется снижением почечного кровотока по причине сужения приносящих артериол [12].

В корковом и мозговом веществах средние значения AF и BV контрольных почек (почки с коралловидным конкрементом), полученные в дооперационном периоде, были статистически ниже, чем в контралатеральных почках. Так же в почках с коралловидными камнями были обнаружены «огibaющие» камень участки гиперперфузии паренхимы.

Исследования, проведенные в постоперационном периоде, продемонстрировали, что средние значения AF и BV в корковом и мозговом веществах почки, подвергшейся терапии, стали практически статистически равны значениям в контралатеральных почках, что свидетельствует о восстановлении функции почек.

Данное исследование показало, что сни-

женные показатели перфузии в дооперационном периоде в основном связаны с нарушением функции почки.

Нами были отмечены незначительные уменьшения показателей перфузии у пациентов старшей возрастной группы. Это означает, что почечный кровоток может изменяться у каждого человека в зависимости от физиологического состояния, в том числе и из-за возрастного фактора.

Результаты исследования доказывают важность оценки почечного кровотока в пред- и постоперационном периодах. Полученные данные подтверждают, что показатели перфузии могут отражать гемодинамические изменения в оценке нарушений и восстановления функции почек у пациентов с КК.

#### **Заключение.**

Применение современных цифровых технологий в сочетании с результатами лучевых методов обследования могут быть использованы для улучшения результатов оперативного лечения с учетом индивидуальных анатомических и функциональных особенностей почек и мочевых путей. 3D - компьютерное моделирование и оценка КТ-перфузии почки позволяют хирургу оценить возможные интра- и послеоперационные осложнения, спрогнозировать результат оперативного лечения, а также количественно оценить функциональное состояние почек, степень и характер обструкции, что может быть важным при выборе метода оперативного лечения, а также прогнозирования осложнений и дальнейшего течения МКБ с учетом рецидивного камнеобразования.

#### **Источник финансирования и конфликт интересов.**

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

#### **Список литературы:**

1. Филимонов Г.П., Аляев Ю.Г., Васильев П.В., Руденко В.И. Тактика лечения нефролитиаза: роль спиральной компьютерной томографии. *Радиология – практика*. 2001; 34-35
2. Зенков С.С., Москаленко С.А., Крендель Б.М. Перкутанное эндоскопическое лечение коралловидного нефролитиаза. *Урология и нефрология*. 1993; 3: 16-19.
3. Теодорович О.В., Забродина Н.Б. Сравнительный анализ результатов чрезкожной нефролитотрипсии в зависимости от вида литотриптера. *Материалы пленума правления Российского общества урологов*. 2003: 436-437.
4. Мартов А.Г. Рентген-эндоскопические методы диагностики и лечения заболеваний почек и верхних мочевых путей (суправезикальная урология): Дис. доктора мед. наук. М., 1993.
5. Аляев Ю.Г., Григорьев Н.А. Малоинвазивная чрескожная

- хирургия почек и верхних мочевых путей. *Врачебное сословие*. 2006; 5: 8-14.
6. Petralia G., Preda L., D'Andrea G. et al. CT perfusion in solid-body tumours. Part I: technical issues. *Radiol. Med.* 2010; 115: 843-857.
7. Patlak C.S., Blasberg R.G., Fenstermacher J.D. Graphical evaluation of blood-to-brain transfer constants from multiple-time uptake data. *J. Cereb. Blood Flow. Metab.* 1983; 3: 1-7.
8. Cai X.R., Zhou Q.C., Yu J., et al. Assessment of renal function in patients with unilateral ureteral obstruction using whole-organ perfusion imaging with 320-detector row computed tomography. *PLoS One*. 2015; 10 (4):117-124.
9. Песегов С.В. Оптимизация критериев выбора способа оперативного лечения коралловидного нефролитиаза. Дис. канд. мед. наук. М., 2015.

10. Sampaio F., Mandarim-de-Lacerda C. Anatomic classification of the kidney collecting system of endourologic procedures. *Journal of endourology*. 1988; 2: 247-250.
11. Kaye K.W., Reinke D.B. Detailed caliceal anatomy for endourology. *J Urol*. 1984; 132(6): 1085-1088.
12. Емельянова Н.В., Чехонацкая М.Л., Россоловский А.Н.,

Кондратьева О.А. Изменение гемодинамических показателей у больных мочекаменной болезнью до и после проведения дистанционной литотрипсии. *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2011; 2: 407.

### References:

1. Filimonov G.P., Alyaev Yu.G., Vasiliev P.V., Rudenko V.I. Nephrolithiasis treatment tactics: the role of spiral computed tomography. *Radiology - practice*. 2001; 34-35 (in Russian).
2. Zenkov S.S., Moskalenko S.A., Pretzel B.M. Percutaneous endoscopic treatment of coral nephrolithiasis. *Urology and Nephrology*. 1993; 3: 16-19 (in Russian).
3. Teodorovich O.V., Zabrodina N.B. Comparative analysis of the results of percutaneous nephrolithotripsy depending on the type of lithotripter. *Materials of the Plenum of the Board of the Russian Society of Urology*. 2003: 436-437 (in Russian).
4. Martov A.G. X-ray endoscopic methods of diagnosis and treatment of diseases of the kidneys and upper urinary tract (supravesical urology): *Dis. Dr. med. sciences. M.*, 1993 (in Russian).
5. Alyaev Y.G., Grigoriev H.A. Minimally invasive percutaneous surgery of the kidneys and upper urinary tract. *Medical class*. 2006; 5: 8-14 (in Russian).
6. Petralia G., Preda L., D'Andrea G. et al. CT perfusion in solid-body tumors. Part I: technical issues. *Radiol. Med*. 2010; 115: 843-857.
7. Patlak C.S., Blasberg R.G., Fenstermacher J.D. Graphic evaluation of blood-to-brain transfer from multiple-time uptake data. *J. Cereb. Blood Flow. Metab*. 1983; 3: 1-7.
8. Cai X.R., Zhou Q.C., Yu J., et.al. Assessment of renal function in patients with unilateral ureteral obstruction using a 320-detector row computed tomography. *PLoS One*. 2015; 10 (4): 117-124.
9. Pesegov S.V. Optimization of selection criteria for the method of surgical treatment of coral nephrolithiasis. *Dis. Cand. honey. sciences. M.*, 2015 (in Russian).
10. Sampaio F., Mandarim-de-Lacerda C. Anatomic classification of the kidney collecting system of endourologic procedures. *Journal of endourology*. 1988; 2: 247-250.
11. Kaye K.W., Reinke D.B. Detailed caliceal anatomy for endourology. *J Urol*. 1984; 132 (6): 1085-1088.
12. Emelyanova N.V., Chekhonatskaya M.L., Rossolovskiy A.N., Kondratieva O.A. Changes in hemodynamic parameters in patients with urolithiasis before and after remote lithotripsy. *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2011; 2: 407 (in Russian).