

*На правах рукописи*



**Беляева Ксения Александровна**

**Лучевая диагностика в мониторинге лечения мочекаменной болезни (МКБ)**

14.01.13 – Лучевая диагностика, лучевая терапия

14.01.23 – Урология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва – 2022

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)

**Научный руководитель:**

член-корреспондент РАН,  
доктор медицинских наук, профессор

**Серова Наталья Сергеевна**

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук, профессор

**Руденко Вадим Игорьевич**

**Официальные оппоненты:**

**Громов Александр Игоревич** – доктор медицинских наук, профессор, АО «Группа компаний «МЕДСИ», отдел лучевой диагностики, заведующий отделом; Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Московский медико-стоматологический университет им А.Е. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра лучевой диагностики, профессор кафедры

**Теодорович Олег Валентинович** – доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра эндоскопической урологии, заведующий кафедрой

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научный центр рентгенорадиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится «22» июня 2022 г. в 10.00 часов на заседании диссертационного совета ДСУ 208.001.06 при ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) по адресу: 119435, г. Москва, ул. Большая Пироговская, д.6, стр. 1

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЦНМБ ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) по адресу: 119034, г. Москва, Зубовский бульвар, д.37/1 и на сайте [www.sechenov.ru](http://www.sechenov.ru).

Автореферат разослан « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат медицинских наук



**Павлова Ольга Юрьевна**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы исследования

Мочекаменная болезнь (МКБ) является одной из наиболее актуальных клинических проблем урологии. По данным Romero и соавт. распространенность МКБ в мире составляет от 3,5-9,6% (Romero V. et al., 2010, Scales C.D. et al., 2012). Этот фактор определяет целесообразность дальнейшего изучения этиологии и патогенеза, совершенствования эффективных методов профилактики, диагностики и внедрения новых технологий лечения (Knoll T., 2010). В последние годы заболеваемость МКБ напрямую связана с глобальными демографическими сдвигами. Постоянное смещение возрастной пирамиды общества развитых стран вследствие увеличения доли пожилых и старческих групп населения приводит к увеличению вероятности заболевания МКБ, которая в возрастной группе 65–69 лет составляет 8,8% у мужчин и 5,6 % у женщин, а возрастной группе 30–35 лет — 3,7 и 2,8%, соответственно (Stamatelou K. et al., 2008, Indridason O.S. et al., 2009).

Распространенность заболеваемости уролитиазом за последние 20 лет удвоилась в таких странах как США, Италия, Германия, Испания, Япония, при этом особенные темпы роста заболевания зафиксированы в последние годы в связи с увеличением продолжительности жизни населения (Ramello A., Vitale C., Marangella, 2000). Так, например, по данным 2012 года в США мочекаменной болезнью страдает 10,6% мужчин и 7,1% женщин, тогда как в 1994 г. данные показатели составляли 6,3 и 4,1%, соответственно (Scales C.D., Smith A.C., Hanley J.M., 2012). В Великобритании соответствующие показатели достигают 8 и 4%, соответственно. Необходимо отметить, что в течение первых 5 лет заболевания у 25% пациентов наблюдается рецидив камнеобразования (Smith A.C, Hanley J.M, Saigal C.S., 2012). Основными причинами такой неблагоприятной динамики являются изменения в образе жизни и в питании людей, выражающиеся в эпидемии метаболического синдрома, а также глобальные климатические изменения (Francis M.E, Jones C.A.et al., 2003).

Число зарегистрированных больных МКБ в России растет. Прирост за период с 2005 по 2016 г. составил 34% (с 646532 случаев в 2005 до 866742 в 2016). На 27,3 % увеличилось количество случаев МКБ, выявленных впервые. В 2016 году в РФ в среднем было зафиксировано 737,5 случаев МКБ на 100000 населения (Аполихин О.И. и соавт. 2018).

У более 50% пациентов с МКБ определяется камень мочеточника. Локализация камня в верхних мочевых путях (ВМП) приводит к более серьезным последствиям, чем его нахождение в чашечках или лоханке. Острое нарушение оттока мочи, может вызвать даже небольшой по

размерам камень из-за анатомического строения мочеточника, приводя к инфекционным осложнениям, гидронефрозу и даже гибели почки (Romero V., Akpinar H., Assimos D.G. 2010).

Актуальной проблемой современной урологии является выбор тактики лечения больных с камнем мочеточника. Оценка эффективности от проведенного лечения больных с мочекаменной болезнью зависит от обеспечения адекватного оттока мочи из верхних мочевых путей, что сокращает сроки восстановления и (Лопаткин Н.А., Аль-Мусави Ш., Мартов А.Г.2003, Сапелкин А.В.,2010).

Вопрос необходимости дренирования верхних мочевых путей является дискуссионным, так как без восстановления адекватного пассажа мочи при наличии воспалительного процесса в почке не существует возможности его лечения (Аляев Ю.Г., Руденко В.И., Газимиев М.А.,2010).

Существуют критерии диагностики МКБ по данным лучевых методов исследования (локализация, размер, плотность камня, степень расширения чашечно-лоханочной системы (ЧЛС), что и определяет выбор метода лечения, используемого у больных с уролитиазом.

Лучевая диагностика играет важную роль в диагностике, лечении и последующем наблюдении за пациентами с МКБ. Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) представляет анатомическую картину почек и мочевыводящих путей, позволяет определить наличие остаточных фрагментов после проведенного лечения, а также оценить выделительную функцию почки.

Учитывая полученную информацию при проведении МСКТ, остается открытым вопрос о гемодинамических нарушениях, развивающихся при нарушении пассажа мочи на фоне дилатации верхних мочевых путей, вызванных обструкцией при камне мочеточника, которые способствуют активизации и прогрессированию воспаления (Яненко Э. К. и соавт.2003). Оценка почечного кровотока методом КТ- перфузии и разработка диагностического алгоритма лучевого обследования пациентов с МКБ, для решения вопроса о дренировании верхних мочевых путей на основании полученных данных, с целью минимизации осложнений в послеоперационном периоде, определяет актуальность нашей работы.

### **Степень разработанности темы исследования**

Автором самостоятельно проведено планирование работы, поиск и анализ отечественной и зарубежной литературы по теме диссертационного исследования, разработан дизайн исследования, набран материал с формированием базы данных на основе первичной медицинской документации. Диссертантом лично проведено изучение данных анамнеза и обследование 97 больных с МКБ.

План обследования пациентов на до- и послеоперационных этапах соответствует целям и задачам исследования. Результаты исследования научно обоснованы. Достоверность

полученных результатов подтверждена проведенным статистическим анализом. Проверена первичная документация (истории болезни пациентов, исследования, протоколы методов исследований на до- и послеоперационных этапах обследования, протоколы хирургического лечения, выписные эпикризы, таблицы, базы данных). Проведена статистическая обработка полученных данных. Сформулированы выводы и практические рекомендации.

### **Цель исследования**

Совершенствование лучевой диагностики в мониторинге лечения пациентов с мочекаменной болезнью с применением КТ- перфузии.

### **Задачи исследования**

1. Разработать расширенный протокол КТ-перфузии почек у пациентов с мочекаменной болезнью (МКБ).
2. Выявить у пациентов с МКБ гемодинамические изменения почек с использованием КТ-перфузии.
3. Определить и сравнить диагностическую эффективность методов лучевой диагностики (УЗДГ и КТ-перфузии) в оценке почечного кровотока до и после хирургического лечения.
4. Выявить зависимость гемодинамических нарушений у пациентов с камнем мочеточника от степени дилатации ЧЛС и детализировать показания к дренированию верхних мочевых путей у пациентов с камнем мочеточника.

### **Теоретическая и практическая значимость**

Впервые изучены возможности применения КТ-перфузии в оценке состояния почечного кровотока до - и послеоперационном этапах у пациентов с МКБ. Определена зависимость между гемодинамическими изменениями паренхимы почек, выявленных при КТ-перфузии, от степени дилатации ЧЛС. Наглядно была продемонстрирована диагностическая эффективность КТ-перфузии в оценке почечного кровотока у пациентов с камнями мочеточника. Для выбора адекватного дренирования верхних мочевых путей или отказа от него у пациентов с камнем мочеточника необходима оценка гемодинамических изменений методом КТ-перфузии. Впервые уточнен, расширен алгоритм лучевого обследования пациентов для мониторинга лечения пациентов с МКБ.

### **Методология и методы исследования**

На основании полученных в ходе научной работы данных дополнен алгоритм лучевых методов исследования пациентов с камнем мочеточника. Дополнены показания к дренированию на основании данных КТ-перфузии у пациентов с камнем мочеточника. Разработанный нами алгоритм лучевого обследования, включающий протокол КТ-перфузии, расширяет возможности

метода МСКТ в целом, повышает точность диагностики, что приводит к снижению рисков осложнений в послеоперационном этапе.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. КТ-перфузия является высокоинформативным методом в выявлении гемодинамических изменений паренхимы почек у пациентов с МКБ.
2. Диагностическая ценность КТ-перфузии превосходит УЗДГ в оценке почечного кровотока.
3. На до - и послеоперационном этапах в лучевое обследование пациентов с камнями мочеточника рекомендуется включать КТ-перфузию для решения вопроса о дренировании верхних мочевых путей с целью сокращения сроков восстановления и снижения рисков осложнений.

### **Связь работы с научными программами, планами, темами**

Представленная диссертационная работа выполнена в соответствии с научно-исследовательской программой на кафедре лучевой диагностики и лучевой терапии института клинической медицины ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).

### **Внедрение результатов исследования в практику**

Результаты диссертационного исследования внедрены в работу отделения лучевой диагностики №2 Университетской клинической больницы №1; в учебный процесс кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии Сеченовского Университета (г. Москва).

### **Личный вклад автора**

Научные результаты, обобщенные в диссертационной работе Беляевой К.А., получены ей самостоятельно в отделении лучевой диагностики №2 университетской клинической больницы №1. В исследование включено 97 пациентов с МКБ. Автор принимал непосредственное участие в лучевом обследовании всех пациентов с мочекаменной болезнью на до- и послеоперационных этапах обследования. Автором проанализированы результаты исследований, определена диагностическая эффективность лучевых методов исследования на до- и послеоперационных этапах обследования. Проведена статистическая обработка данных с использованием статистических программ.

### **Апробация результатов работы**

Основные положения диссертации изложены на XIX конгрессе Российского Общества Урологов (Ростов-на-Дону, 2019), на XIII, XIV, XV Всероссийском Национальном Конгрессе лучевых диагностов и терапевтов «Радиология» (Москва, 2019-2021), на XX Конгрессе РОУ (Москва, 2020), на XXI конгрессе Российского Общества Урологов (Санкт-Петербург, 2021), на

«Лучевая диагностика и научно-технический прогресс современных томографических методов 2021» (Москва, 2021).

### **Публикации**

По результатам исследования автором опубликовано 5 печатных работ, в том числе 5 научных статей в журналах, включенных Перечень ВАК при Минобрнауки России, 5 статей в изданиях, индексируемых в международной базе Scopus.

### **Соответствие диссертации паспорту научной специальности**

По теме, методам научного исследования (УЗИ, УЗДГ, МСКТ), методам лечения (ДЛТ, КУЛТ, уретероскопия), а также предложенным научным положениям представленная научно-исследовательская работа соответствует паспортам научных специальностей 14.01.13 – Лучевая диагностика и лучевая терапия, 14.01.23– Урология.

### **Объем и структура работы**

Диссертация изложена на 121 страницах машинописного текста, состоит из введения, трех глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и списка литературы, содержащего 145 источников, из них 44 отечественных и 101 иностранных. Диссертация включает в себя 26 рисунков, 43 таблицы.

*Работа выполнена в рамках реализации Гранта Президента РФ при поддержке Ведущей научной школы НШ-599.2022.3 «Неинвазивные функциональные технологии лучевой медицины в скрининге, ранней диагностики, мониторинге лечения и контроле реабилитации социально значимых заболеваний» (Руководитель Н.С. Серова)*

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Материалы и методы**

В ходе диссертационного исследования проведен комплексный анализ результатов обследования и лечения 97 пациентов (100%) с МКБ, диагностика которых проводилась на базе отделения лучевой диагностики №2 УКБ №1 Сеченовского Университета, лечение - в Институте урологии и репродуктивного здоровья человека в период с ноября 2017 г. по январь 2020 г.

На до и послеоперационном этапах обследования (на 5 сутки) 97 пациентам (100%) выполняли УЗИ с УЗДГ, МСКТ и КТ-перфузию.

После клинического обследования 97 пациентов с мочекаменной болезнью (n = 97; 100%) были выделены три основные группы в зависимости от локализации камня: камень почки (n = 22; 23, 0 %), коралловидный камень (n = 19; 20 %) и камень мочеточника (n = 56; 57 %). Все

пациенты ( $n = 97$ ; 100%) равномерно распределились между лицами женского пола ( $n = 49$ ; 51,0 %) и мужского пола ( $n = 48$ ; 49%).

Наибольшее количество пациентов было в возрастной группе 31-40 лет – 45 пациентов (46%), наименьшая группа пациенты старше 60 лет-4 пациента (4%). В группе 18-30 лет было 7 пациентов (7%), в возрастной группе 51-60 лет – 13 пациентов (13%), в возрастной группе 41-50 лет – 28 пациентов (29%) рисунок 1).



Рисунок 1 – Диаграмма распределения пациентов по возрастным группам

Чтобы оценить влияние тяжести обструкции на функцию почек, пациенты с камнем мочеточника ( $n = 56$ , 57%) были разделены на три группы по результатам компьютерной томографии. Распределение было основано на оценке состояния чашечно-лоханочной системы (ЧЛС). При оценке исходили из значений передне – заднего размера лоханки, степени расширения лоханки и чашечек, атрофических изменениях паренхимы почек:

1 группа. 16 пациентов с отсутствием дилатации ЧЛС и истончения паренхимы почек (толщина паренхимы 2,4–2,7см) ( $n = 16$ ; 28 %);

2 группа. 28 пациентов с дилатацией ЧЛС и истончением паренхимы до 1,8см ( $n = 28$ ; 42 %);

3 группа. 17 пациентов дилатация ЧЛС и верхней трети мочеточника (ВМП), истончением паренхимы почки > половины ( $n = 17$ ; 30 %). Размеры лоханки у пациентов находились в диапазоне от 1,9 до 5,0см, чашечки > 1,5см. Мочеточник в верхней трети был расширен до 1,5 см.

В рамках научной работы всем пациентам с МКБ ( $n = 97$ ; 100%) выполняли ультразвуковое исследование (УЗИ) с ультразвуковой доплерографией (УЗДГ) ( $n = 97$ ; 100 %) и мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) с КТ-перфузией ( $n = 97$ ; 100 %). Все этапы были проведены по разработанному плану обследования (рисунок 2).



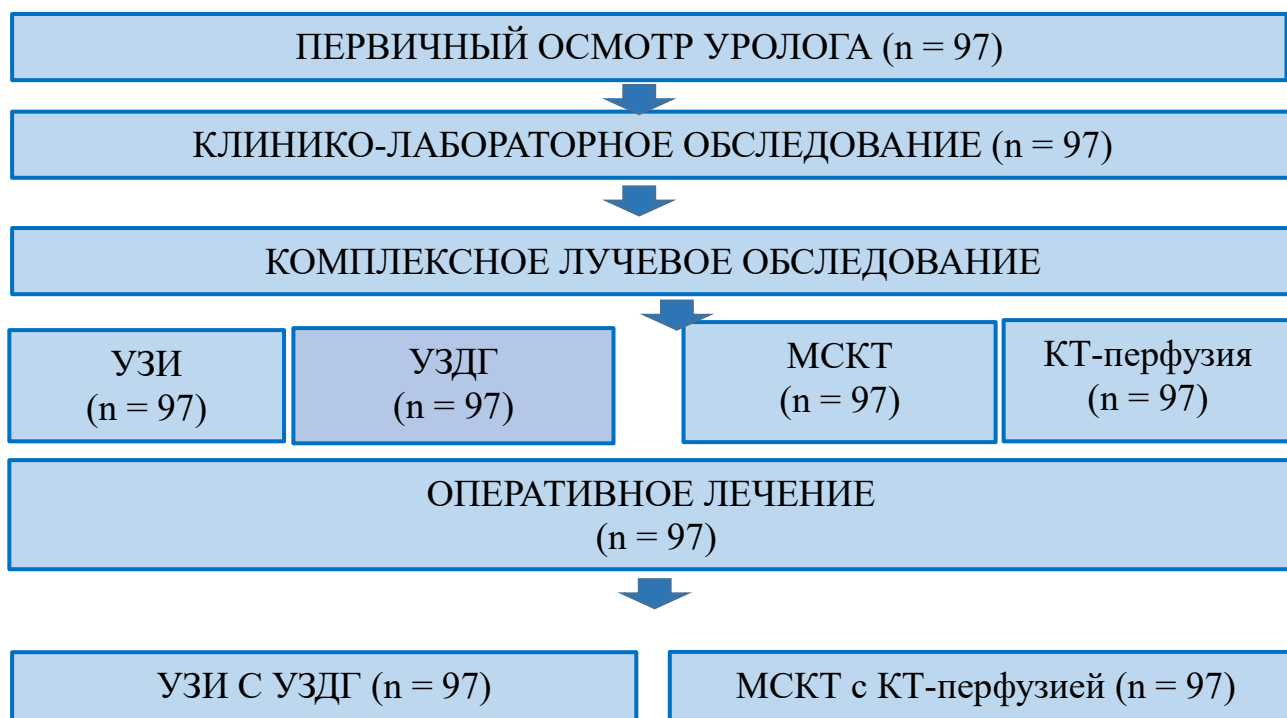


Рисунок 2 – План комплексного клиничко-лучевого обследования пациентов с МКБ

#### **УЗИ (n = 97; 100, 0%)**

Всем пациентам выполнялось ультразвуковое исследование почек (n=97, 100%). При выполнении УЗИ оценивалось: анатомическое расположение почек, размеры, толщина паренхимы и наличие конкрементов. Исследования выполнялись на аппаратах «VOLUSSON GE» в В-режиме с использованием трансабдоминальных конвексных датчиков с частотой 3,5 МГц.

#### **УЗДГ сосудов почек (n = 97; 100, 0%)**

Всем пациентам (n=97, 100%) на до- и послеоперационном этапах была выполнена эходопплерография сосудов почек (УЗ-аппарат VOLUSON- 730) для оценки почечного кровотока. Исследование пациента проводили в положении пациента лежа на животе, из транслюмбального доступа, при задержке дыхания. Использовался датчик с частотой сканирования 3,5–5 МГц. При эходопплерографии проводилась оценка гемодинамических изменений в паренхиме почек. В данной работе использованы показатели индекса резистентности (RI), индекс пульсационности (PI) и систоло-диастолическое соотношение (S/D). За норму принимался кровоток, прослеживаемый до почечной капсулы, без признаков обеднения. Оценивались показатели на уровне магистральной, сегментарной, междолевой, дуговой артерий. Количественный анализ спектра доплеровского сдвига частот проводился с помощью компьютерных программ.

### Мультиспиральная компьютерная томография (n = 97; 100, 0%)

На дооперационном этапе и по результатам оперативного лечения всем пациентам (n=97, 100%) была выполнена мультиспиральная компьютерная томография. Исследование проводилось на компьютерном томографе «Toshiba Aquilion One 640» (Япония). Преимуществом данного томографа является ширина детектора (160 мм) и возможность проведения исследования на одном обороте трубки в объемном режиме без движения стола томографа, что увеличивает скорость исследования и снижает лучевую нагрузку. При проведении исследования пациент находился в положении лежа на спине, с поднятыми за голову руками, с задержкой дыхания или с использованием техники поверхностного дыхания для снижения риска артефактов от движения. Технические характеристики при МСКТ исследовании представлены в Таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики протокола МСКТ

Режим томографирования	Объемный (Volume)
Толщина среза	0,5 мм
Угол наклона гентри	0 гр.
Зона исследования	160 мм
Напряжение	80 кВ
Сила тока	100 мА
Время оборота рентгеновской трубки	0,5 с
Время исследования	0,5 с

### КТ-перфузия (n=97; 100, 0 %)

Перфузионные исследования были выполнены на 640-срезовом компьютерном томографе Aquilion One («Toshiba Medical Systems», Япония) с толщиной среза 0,5 мм в режиме мягкой тканевой реконструкции. Чтобы минимизировать дозу облучения, был выбран протокол со следующими параметрами: 80 кВ в качестве напряжения в трубке, экспозиция 100 мАс, что было достаточным для определения зоны динамического сканирования максимальной шириной 160 мм. Другие параметры сканирования: размеры коллиматора 0,5 × 320 мм, размеры матрицы 512 × 512 мм, поля зрения 320–350 мм и время ротации трубки 0,5 с. Ширина поля сканирования пациента составляла 160 мм.

Учитывая отсутствия стандартизированного протокола КТ-перфузии почек, нами был использован собственный модифицированный протокол, состоящий из: нативного исследования почек для определения уровня сканирования, локализации и плотности камня, перфузионного исследования, для оценки гемодинамических изменений, и отсроченной фазы, для оценки выделительной функции почек.

При проведении перфузионного исследования пациенту выполнялось внутривенное введение неионного контрастного препарата 370мг/мл из расчета 0,5 мл препарата на 1 кг массы тела пациента (не более 60 мл). 50 мл 0,9% физиологического раствора вводили с той же скоростью до (20 мл) и после (30 мл) внутривенного введения контрастного вещества. Скорость введения КВ с использованием двойного инъектора через внутривенный периферический кубитальный инъекционный катетер 18G составляла 6,0 мл/с. Его вводили двухколбовым автоматическим инъектором Stellant D (Medrad, Bayer) с использованием программы SureStart, при достижении пикового значения рентгеновской плотности в просвете брюшной аорты на уровне деления почечных артерий, соответствующего 220 НУ. Размер зоны исследования составил 16 см, что дало возможность полностью охватить область почек, за один оборот трубки (рисунок 3).



Рисунок 3 – МСКТ. Определение размера зоны исследования

Исследование выполняли в объемном режиме через 7 с после начала сканирования с интервалом в 1,5 сек и продолжали с интервалом в 2с с 12-й по 30-ю секунду после начала сканирования. После 3-секундной паузы использовали стандартные 3-секундные интервалы с 33-й по 48-ю секунду после начала сканирования. После 10-секундной паузы были использованы 10-секундные интервалы с 55-й по 115-ю секунды после начала сканирования. Все перфузионное исследование занимает не более 2 мин.

Обработка полученных данных осуществлялась на рабочей станции Vitrea (Toshiba) при помощи протокола 4D Single Input Perfusion, в процессе которого измеряется плотность в двух различных ROI (зонах интереса), в афферентной артерии (брюшной аорте) и желаемой ткани (корковой и мозговой слой почки) (рисунок 4).

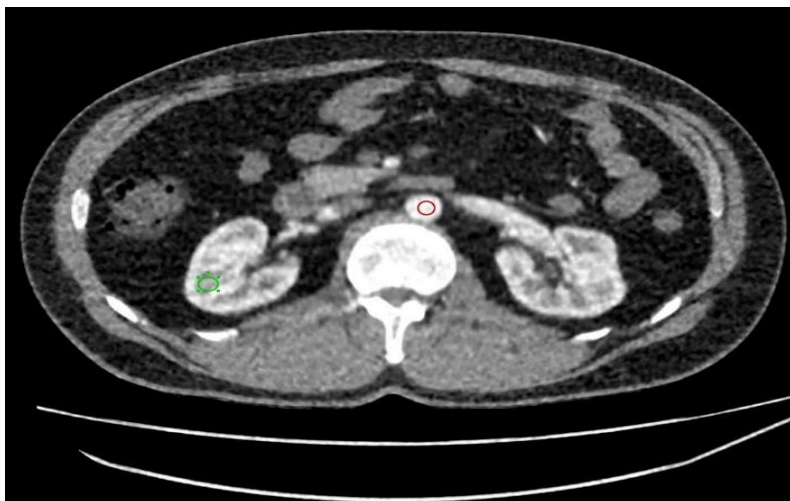


Рисунок 4 – МСКТ. Установка ROI в брюшной аорте и в мозговом слое почки

Целью данных действий является получение кривой плотности времени (TDC), для проведения математического анализа, на основании которого выстраивается карта перфузии (рисунок 5), с целью получения перфузионных показателей.

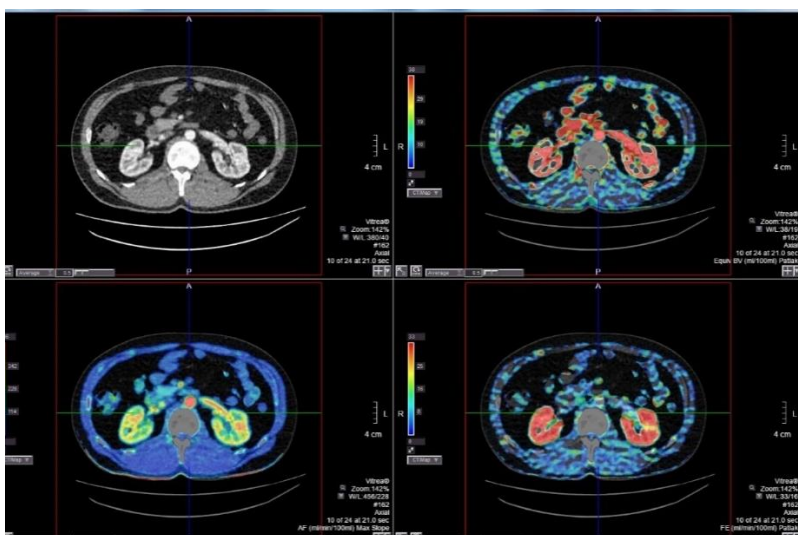


Рисунок 5 – КТ– перфузия. Построение перфузионных карт

Определение скорости кровотока (AF - arterial flow) производилось с помощью автоматического выстраивания карт перфузии на основе TDC и расчета по методу одиночной наклонной кривой: величина AF - отношение между максимальным наклоном кривой время/плотность ткани и пиком плотности в артерии. AF-это скорость прохождения определенного объема крови через заданный объем ткани за единицу времени.

Расчет значений объема кровотока (BV - blood volume), определяемого как количество контрастного препарата в ткани, производился как расчет отношения степени усиления в паренхиме к степени усиления в аорте, использовался метод Патлака на основе графика Патлака.

BV- это общий объем крови, проходящий через капилляры и более крупные сосуды в выбранном участке ткани.

Расчет значений проницаемости (FE - permeability), определяемого как результат проницаемости, отражающую общую диффузию через капилляры, производился по методу Патлака. FE- это результат проницаемости, отражающий общую диффузию через капилляры (таблица 1)

Таблица 1 – Референсные значения КТ-перфузии почек

Показатель	Мозговой слой	Корковый слой
Артериальная (AF)	222 ± 24	335 ± 29
Объем крови (EqBV)	43 ± 12	47 ± 26
Проницаемость (FE)	46 ± 18	55 ± 18

### Диагностическая эффективность

Для УЗДГ и КТ-перфузии были определены показатели диагностической эффективности. Чувствительность, специфичность и точность метода КТ-перфузии для пациентов с камнем почки составили 97,8%, 96,3%, 97,6%, соответственно. Чувствительность, специфичность и точность метода КТ-перфузии для пациентов с коралловидным камнем составили 98,2%, 97,1%, 98,0%, соответственно. Чувствительность, специфичность и точность метода КТ-перфузии для пациентов с камнем мочеточника составили 98,5%, 97,5%, 98,2%, соответственно. Чувствительность, специфичность и точность ультразвукового метода в режиме цветного доплеровского для пациентов с камнем почки составили 86,3%, 84,5%, 86,2%, соответственно. Чувствительность, специфичность и точность ультразвукового метода в режиме цветного доплеровского картирования для коралловидного камня составили 80,4%, 88,2%, 89,7 %, соответственно. Чувствительность, специфичность и точность ультразвукового метода в режиме цветного доплеровского картирования для пациентов с камнем мочеточника составили 98,5%, 97,1% и 98,0%, соответственно.

### Результаты обследования по данным КТ-перфузии

В ходе исследования было установлено, что у пациентов с коралловидным камнем на предоперационном этапе определяются следующие параметры перфузии: артериальный кровоток (AF) в корковом слое снижен на 8%, в мозговом слое – на 5%. Объем кровенаполнения (BV) в корковом и мозговом слое почки с коралловидным камнем был снижен на 6% и 12%, соответственно. Количественные показатели проницаемости (FE) коркового и мозгового слоя

были снижены на 9% в корковом и на 6% в мозговом слое. В контралатеральной почке показатели перфузии находились в пределах нормальных значений (рисунок 6).

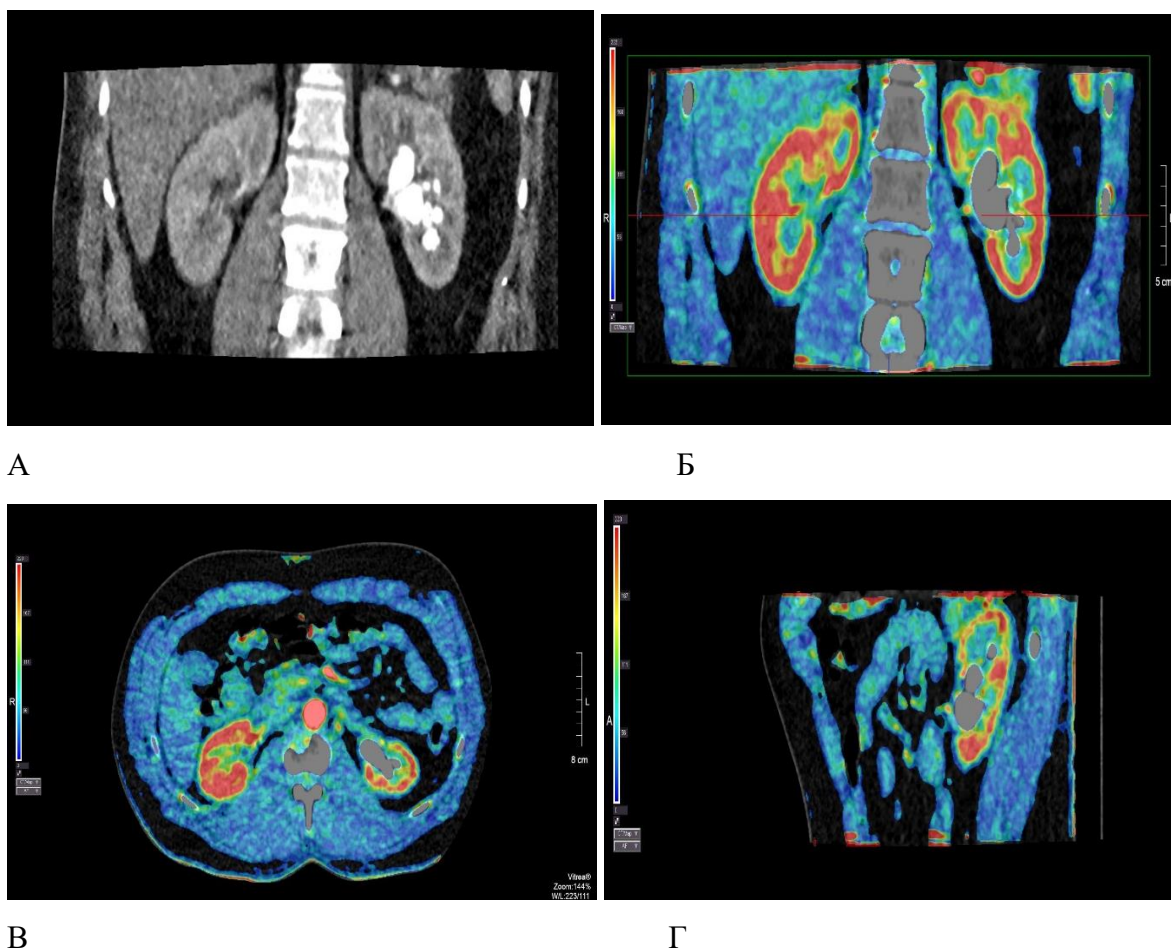


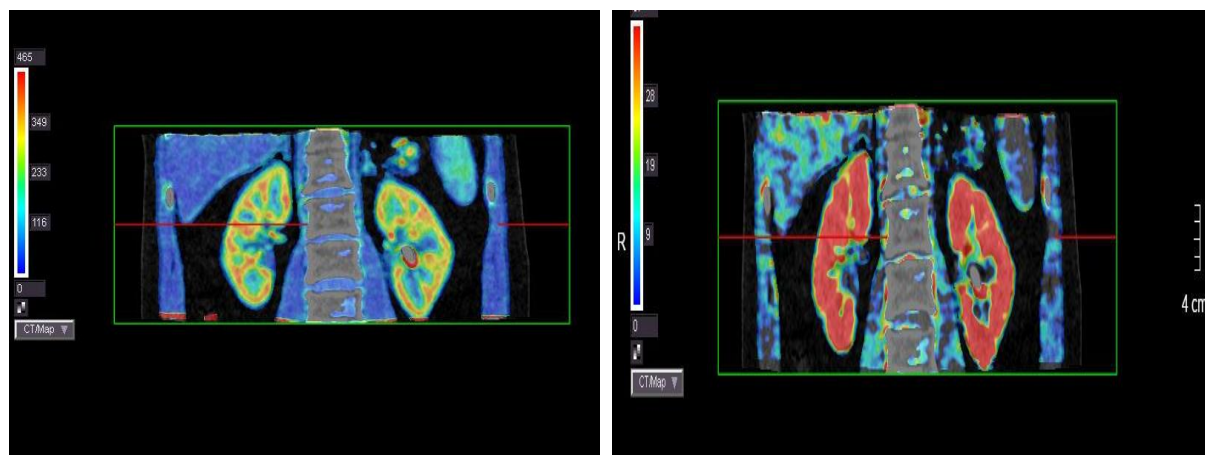
Рисунок 6 – Пациент Ф., 44 г. МСКТ (А) и КТ-перфузия (Б-Г) почек с коралловидным камнем левой почки. А – при нативном КТ исследовании в корональной плоскости определяется крупный полный коралловидный конкремент левой почки. Б-Г – перфузионные карты почек. Определяется снижение АФ коркового и мозгового слоя левой почки. Показатели перфузии правой почки – без изменений

На послеоперационном этапе (5 сутки) показатели КТ-перфузии у пациентов с коралловидным камнем были полностью восстановлены, артериальный кровоток (АФ) в корковом слое повысился на 7% в сравнении с предоперационными значениями. АФ в мозговом слое повысился на 4%. Показатели объема кровенаполнения в корковом и мозговом слое повысились на 8% и 8% соответственно. Показатели проницаемости поднялись на 6% в корковом слое и на 2% в мозговом.

У пациентов с камнем почки данные КТ-перфузии продемонстрировали снижение артериального кровотока на 7% в корковом слое почки и снижение на 4% в мозговом. Отмечалось снижение объема крови в корковом слое почки на 8%, в мозговом слое отмечено снижение на 7%. Проницаемость была понижена на 7% в корковом слое и на 8% в мозговом слое. Измерение

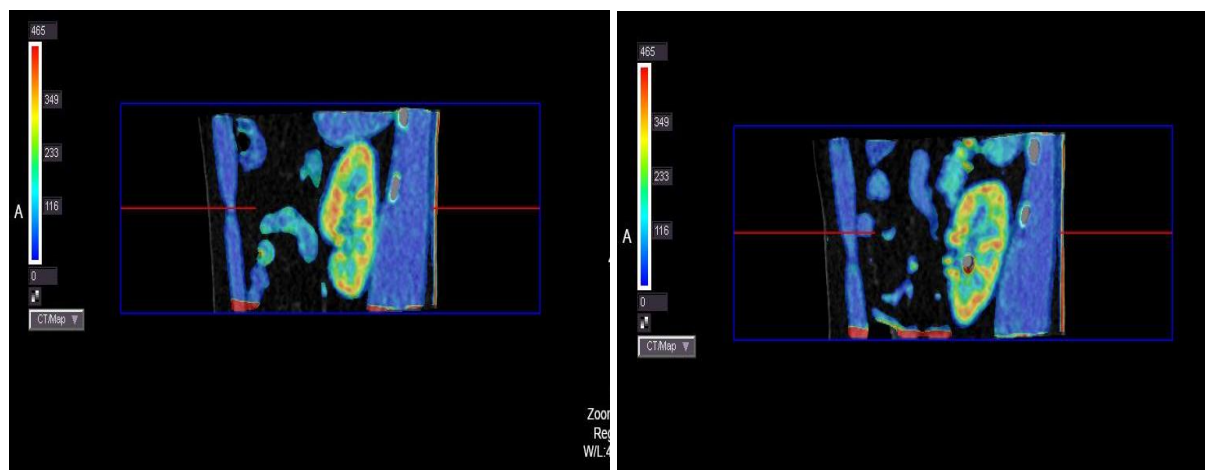


показателей перфузии контралатеральной почки не показало существенных изменений гемодинамики (рисунок 7).



А

Б



В

Г

Рисунок 7 – Пациентка М., 49 л. КТ-перфузия (А-Г) почек с камнем левой почки. На изображениях продемонстрировано измерение основных показателей почечного кровотока

Анализ результатов послеоперационной КТ-перфузии (на 5 сутки после хирургического вмешательства) выявил практически полное восстановление всех гемодинамических показателей больной почки: АF в корковом слое восстановился на 10,0%, а в мозговом слое полностью компенсировал предоперационное снижение (8,0%). Объем кровенаполнения в корковом слое восстановился на 13%, в мозговом слое – на 8%. FE восстановился на 5,5% и 3,8%, соответственно.

У пациентов с камнем мочеточника, в зависимости от степени дилатации ЧЛС, получены следующие результаты: В 1 группе без дилатации ЧЛС снижение показателей перфузии на стороне обструкции проявлялось в виде уменьшения артериального кровотока в корковом слое на 7,4%, в мозговом на 2,3%. Объем кровенаполнения в корковом слое был снижен на 2,4%, в

в мозговом слое было в 3 раза больше – на 7,3%, а показатель FE был ниже референсных значений на 3,8% в корковом слое и 7,5% в мозговом. У пациентов с дилатацией ЧЛС были выявлены изменения перфузии почки на стороне поражения в виде снижения AF до 25% в корковом и на 14% в мозговом слое. Одновременно с этим, наблюдалось снижение объема кровенаполнения на 11,6% в корковом и на 5% в мозговом слое почки, а проницаемость снижалась на 8% в корковом слое и на 4,2% в мозговом. Третья группа пациентов с дилатацией ЧЛС и ВМП по данным КТ-перфузии представляла особый интерес в виде изменений показателей почечной гемодинамики не только на стороне обструкции, но и в контралатеральной почке. На стороне обструкции показатели артериального кровотока выражено снижены как в корковом слое на 40%, так и в мозговом слое на 27%. Снижение показателей объема кровотока в больной почке отмечалось на уровне 51% в корковом и до 62% в мозговом слое, а снижение проницаемости определено на уровнях 10% и 14%, соответственно.

В здоровой почке без обструкции конкрементом, в отличие от всех остальных групп, отмечается увеличение показателей перфузии: AF – на 21% в корковом, и на 7% в мозговом слое; BV – на 4,4% в корковом и на 7,1% в мозговом слое; проницаемость – на 4,1% в корковом и 4,6% в мозговом слое (рисунок 8).

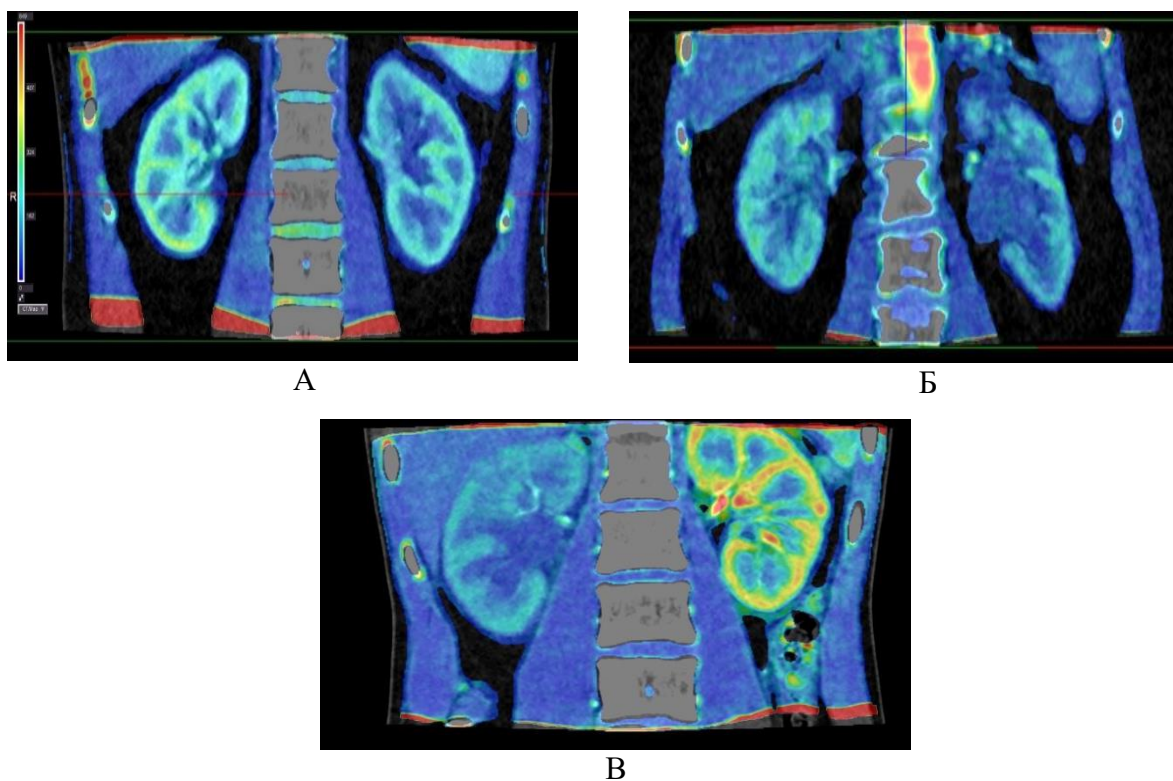


Рисунок 8 – КТ – перфузия. Показатели перфузии у пациентов с камнем мочеточника. А-1 группа (без дилатации ЧЛС). Б-2 группа (с дилатацией ЧЛС). В-группа 3 (с дилатацией ЧЛС и мочеточника)



В ходе сравнительного анализа результатов проведенного обследования у пациентов без дилатации ЧЛС снижение показателей перфузии отмечалось только на стороне обструкции. Изменений в контралатеральной почке не определялось. У больных с дилатацией ЧЛС выявлены существенные различия показателей кровотока в корковом и мозговом слое в почке относительно значений, полученных для контралатеральной почки. Снижения значений перфузии в контралатеральной почке отмечено не было. У пациентов с уретерокаликпиелозктазией отмечалось выраженное снижение показателей перфузии на стороне обструкции. Однако в контралатеральной почке данные показатели превышали нормальные значения перфузии, что связано со степенью функционального нарушения почки с камнем мочеточника. Снижение показателей перфузии у пациентов с уретерокаликпиелозктазией является более существенным по сравнению с таковым у пациентов с каликпиелозктазией, т. е. степень расширения ЧЛС напрямую влияет на изменение кровотока.

#### **Результаты послеоперационной оценки у пациентов с камнем мочеточника (n = 56; 57,0 %)**

Всем 56 пациентам с камнем мочеточника было выполнено хирургическое вмешательство. Всем 56 (100%) пациентам с камнем мочеточника было проведено хирургическое лечение (ДЛТ, КУЛТ, ЧСЛТ, Уретероскопия). Все пациенты были разделены на две группы: пациенты, которым проводилось дренирование верхних мочевых путей на предоперационном этапе и пациенты, которым дренирование выполнено не было. Исследование выполнено на 5 сутки после хирургического лечения.

В постоперационном периоде было установлено, что у пациентов без дилатации ЧЛС отмечается полное восстановление показателей перфузии (до референсных значений) в установленные сроки вне зависимости от того, проводилось ли дренирование.

У пациентов с расширением ЧЛС, при условии проведения дренирования верхних мочевых путей, отмечалось полное восстановление показателей перфузии, как в почке с камнем мочеточника, так и в контралатеральной почке.

У пациентов без дренирования показатели перфузии на 10% были ниже референсных значений.

У пациентов из третьей подгруппы, без дренирования верхних мочевых путей, сохранялось снижение показателей перфузии в почке на стороне обструкции: AF на 19% в корковом слое, в мозговом слое на 6%. Показатель BV был снижен в корковом слое почки на

14%. В мозговом слое на 11%. Снижение FE в корковом и мозговом слое определялось на уровне 18% и 8% соответственно. Также сохранялись повышение почечного кровотока в контралатеральной почке.

По результатам проведенного исследования у пациентов с дренированием верхних мочевых путей на дооперационном этапе на 5 сутки происходит полное восстановление кровотока, тогда как у пациентов без дренирования сохраняется снижение показателей перфузии на 15–20%.

Таким образом, на фоне нарушенного кровотока и нарушении пассажа мочи у пациентов возрастает риск развития инфекционных осложнений в послеоперационном периоде. Дренирование верхних мочевых путей в предоперационном периоде обеспечивает восстановление нормальной гемодинамики, снижая тем самым риск инфекционных осложнений в послеоперационном периоде.

На основании подтвержденной в нашем исследовании диагностической эффективности метода КТ-перфузии в оценке почечного кровотока был предложен диагностический алгоритм, включающий КТ-перфузии в комплексное лучевое обследование на пред- и послеоперационном этапах.

Полученные в рамках научной работы показатели продемонстрировали, что КТ-перфузию необходимо включать в расширенный протокол обследования пациентов с камнем мочеточника на до – и послеоперационных этапах для комплексной оценки почек и мочевыводящей системы, при принятии решения об установке стента, с целью снизить риск послеоперационных осложнений.

Таким образом, КТ-перфузия позволила оптимизировать протокол мониторинга лечения пациентов с МКБ. На основании получаемых при КТ-перфузии данных появилась возможность в режиме реального времени одновременно получить гемодинамические показатели паренхимы почек. Одновременно с этим, протокол КТ-перфузии включает в себя все преимущества классического КТ исследования, в том числе оценку анатомических, структурных изменений, а также выделительную функцию почек без существенного увеличения лучевой нагрузки. Полученные данные расширяют возможности врача клинициста в определении тактики лечения и могут снизить риск послеоперационных осложнений.

## ВЫВОДЫ

1. Разработанный и внедренный протокол КТ-перфузии почек позволяет составлять перфузионные карты, определить численные показатели артериального кровотока ( $AF=315\pm 25$ ), объем кровенаполнения ( $BV=41\pm 9$ ) и проницаемости ( $FE=53\pm 14$ ) коркового и мозгового слоя почки, а также показатели перфузии почек у пациентов с мочекаменной болезнью.
2. Пациенты с камнем мочеточника имеют выраженные снижения показателей перфузии (снижение  $AF$  до 47%,  $BV$  до 48%,  $FE$  до 27%), также изменения показателей отмечается и в контралатеральной почке (повышение  $AF$  до 20%,  $BV$  10%,  $FE$  до 7%).
3. Диагностическая эффективность метода КТ-перфузии (чувствительность ( $Sn$ )-98%, специфичность ( $Sp$ )-97%, точность ( $Ac$ )-97%), метода УЗДГ ( $Sn$ -87%,  $Sp$ -86%,  $Ac$ -87%).
4. Выраженность нарушений почечного кровотока у пациентов с камнем мочеточника прямо пропорциональна дилатации верхних мочевых путей (у пациентов без дилатации снижение кровотока определяется до 10%, а у пациентов с дилатацией ЧЛС показатели перфузии снижаются до 40%).
5. Алгоритм мониторинга пациентов с МКБ на пред- и послеоперационных этапах должен включать МСКТ с КТ-перфузией, для оценки как структурных, так и функциональных изменений в почках, что позволяет сократить сроки восстановления нарушенного пассажа мочи и перфузии почек, а также снизить частоту и характер послеоперационных осложнений.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Всем пациентам с камнем мочеточника следует включать КТ-перфузию в схему до- и послеоперационного клинического обследования для оценки почечного кровотока и принятия решения о необходимости и длительности дренирования верхних мочевых путей.
2. Пациентам с камнем мочеточника и нарушением почечного кровотока (снижение  $AF$  от 25%,  $BV$  от 20% и  $FE$  от 15%) по данным КТ-перфузии показано дренирование верхних мочевых путей на предоперационном этапе с целью восстановления нарушенного пассажа мочи и восстановления гемодинамики.
3. Модифицированный протокол КТ-перфузии должен включать нативное исследование почек для определения размера, плотности и локализации мочевого камня, результаты перфузионного исследования для оценки почечного кровотока (показателей  $AF$ ,  $BV$ ,  $FE$ ) и отсроченную фазу для оценки выделительной функции почек.

**СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. **Александрова К.А. (Беляева К.А.), Серова Н.С., Руденко В.И., Капанадзе Л.Б.** Оценка перфузии почек у больных мочекаменной болезнью с помощью методов лучевой диагностики. **REJR** 2018; 8(4):208-219. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-4-208-219. [**ВАК, Scopus**]
2. **Александрова К.А. (Беляева К.А.), Руденко В.И., Серова Н.С., Газимиев М.А., Капанадзе Л.Б.** Современные лучевые технологии оценки почечной перфузии у больных МКБ. **Урология**, 2018; №5; DOI: 10.18565/urology.2018.5:106-112. [**ВАК, Scopus**]
3. **Александрова К.А. (Беляева К.А.), Серова Н.С., Руденко В.И., Капанадзе Л.Б., Песегов С.В., Фиев Д.Н., Мискарян Т.И.** Возможности КТ-перфузии в оценке почечного кровотока у пациентов с мочекаменной болезнью. **REJR** 2019; 9(1):108-117. DOI:10.21569/2222-7415-2019-9-1-108-117. [**ВАК, Scopus**]
4. **Александрова К.А. (Беляева К.А.), Руденко В.И., Серова Н.С., Песегов С.В., Капанадзе Л.Б.** Современные возможности программной обработки результатов компьютерной томографии при планировании лечения больных коралловидным нефролитиазом. **REJR** 2019; 9(1):133-140. DOI: 10.21569/2222-7415-2019-9-2-133-14. [**ВАК, Scopus**]
5. **Александрова К.А. (Беляева К.А.), Серова Н.С., Руденко В.И., Газимиев М.А., Капанадзе Л.Б., Фиев Д.Н., Мискарян Т.И.** Клиническое значение КТ-перфузии у пациентов с камнями мочеточника. **Урология**, 2019, № 5. DOI: <https://dx.doi.org/10.18565/urology.2019.5.38-43>. [**ВАК, Scopus**]

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

ДЛТ - дистанционная литотрипсия

КУЛТ - уретроскопия

МКБ - мочекаменная болезнь

МСКТ - мультиспиральная компьютерная томография

СДО - систоло-диастолическое отношение

УЗИ - ультразвуковое исследование

УЗДГ - ультразвуковая доплерография

Ac - точность

AF - артериальный кровоток

BV - объем кровенаполнения

FE - проницаемость

HU - единицы Hounsfield

Sn - чувствительность

Sp – специфичность