



**Институт хирургии им. А.В. Вишневского  
Министерства здравоохранения и социального развития  
Российской Федерации**

117997, Б.Серпуховская ул., д.27, Москва, тел. (495)236-72-90, факс (495) 236-61-30 <http://www.vishnevskogo.ru>  
E-mail: doktor@txv.comcor.ru ОКПО01897239 ОГРН 10377339528507 ИНН/КПП7705034322 /770501001

22.08.2011 г. № ДС-12

**В Федеральную службу по надзору в  
сфере образования и науки  
Минобрнауки РФ**

ФГУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского» Минздравсоцразвития сообщает, что автореферат диссертации Зятенкова Алексея Владимировича «Лучевые методы оценки почечного кровотока на этапах хирургического лечения вазоренальной гипертензии» по специальностям 14.01.26 – сердечно-сосудистая хирургия и 14.01.13 – лучевая диагностика, лучевая терапия медицинские науки размещен на сайте Института 22 августа 2011 года <http://www.vishnevskogo.ru>

Шифр диссертационного совета Д 208.124.01 при ФГУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского» Минздравсоцразвития.

Ф.И.О. отправителя : Шаробаро В.И., ученый секретарь диссертационного совета доктор медицинских наук, E-mail: Sharobaro@ixv.comcor.ru.

Директор ФГУ «Институт хирургии  
им. А.В. Вишневского»  
член-корреспондент РАМН

Кубышкин В.А.

**Сведения о предстоящей защите диссертации**

**ЗЯТЕНКОВ Алексей Владимирович**

Лучевые методы оценки почечного кровотока на этапах хирургического лечения вазоренальной гипертензии

Специальности : 14.01.26 – сердечно-сосудистая хирургия и 14.01.13 – лучевая диагностика, лучевая терапия

медицинские науки

Д 208.124.01

ФГУ Институт хирургии им.А.В.Вишневского Минздравсоцразвития РФ

117997, Москва, Б.Серпуховская, 27

телефон: 236.60.38 ( <http://www.vishnevskogo.ru> ).

E-mail: Sharobaro@ixv.comcor.ru

Предполагаемая дата защиты 29 сентября 2011 года

Дата размещения на сайте 22 августа 2011 года

Ученый секретарь диссертационного совета Д 208.124.01

Доктор медицинских наук

Шаробаро В.И.

На правах рукописи

**Зятенков Алексей Владимирович**

**Лучевые методы оценки почечного кровотока на  
этапах хирургического лечения вазоренальной  
гипертензии**

14.01.26 – сердечно-сосудистая хирургия

14.01.13 – лучевая диагностика, лучевая терапия

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук**

Москва – 2011

Работа выполнена в ФГУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского» Мин-  
здравсоцразвития РФ

**Научные руководители:**

Доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАМН  
**Коков Леонид Сергеевич**

Доктор медицинских наук, профессор **Волынский Юрий Донович**

**Официальные оппоненты:**

Доктор медицинских наук, профессор Шиповский Владимир Николаевич  
Доктор медицинских наук, профессор Чупин Андрей Валерьевич

**Ведущая организация:** Научный Центр сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева РАМН

Защита состоится " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2011 г. в \_\_\_\_\_ часов  
на заседании Диссертационного совета Д 208.124.01 при ФГУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского» Минздравсоцразвития РФ  
(117997, Москва ул. Б. Серпуховская, д. 27)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке

ФГУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского» Минздравсоцразвития РФ

Автореферат разослан " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2011

Ученый секретарь диссертационного совета

доктор медицинских наук

Шаробаро В.И.

**Актуальность проблемы**

Стенозы почечных артерий – причина развития таких заболеваний, как вазоренальная гипертензия (ВРГ), которая составляет 5% от всех случаев артериальной гипертензии, и ишемическая нефропатия. Распространенность стенозов почечных артерий достаточно высока. Согласно крупномасштабным скрининго-

вым исследованиям, они обнаруживаются у 7% пациентов старше 60 лет. В клинической практике поражение почечных артерий развивается, как правило, в рамках мультифокального атеросклероза [Rihal C.S., Textor S.C.]. Оно выявляется у 18–20% пациентов с ишемической болезнью сердца и у 35-50% пациентов с ишемией нижних конечностей [Olin J.W.].

В диагностике стенозов почечных артерий за последние годы удалось добиться существенного прогресса. Такие методы их выявления, как ультразвуковое дуплексное сканирование, КТ- и МР-ангиография по чувствительности и специфичности приближаются к «золотому стандарту» – дигитальной субтракционной ангиографии. Развитие техники эндоваскулярных вмешательств существенно расширило возможности хирургического лечения стенозов почечных артерий. В связи с этим, только за последнее десятилетие общее количество реконструктивных операций на почечных артериях почти удвоилось. Однако отдаленные результаты этих вмешательств неоднозначны и, по мнению некоторых исследователей, вызывают сомнения в целесообразности выполнения реваскуляризации почечных артерий.

Наиболее современным клиническим испытанием, посвященным проблеме эффективности стентирования почечных артерий, является исследование **ASTRAL** (Angioplasty and STenting for Renal Artery Lesions, Wheatley K., 2009), в котором прослежены отдаленные результаты таких вмешательств у 806 пациентов. В ходе **ASTRAL** не было выявлено статистически значимого преимущества стентирования почечных артерий перед консервативной терапией ни в отношении снижения артериального давления, ни в отношении улучшения функции почек.

Причину таких противоречивых результатов большинство специалистов, занимающихся проблемой лечения пациентов со стенозами почечных артерий, видят в необходимости четко разграничивать понятия «атеросклеротическое поражение почечных артерий» и «вазоренальная гипертензия», трактуемого как стойкое, резистентное к лечению повышение артериального давления, вызванное снижением перфузии почечной ткани. Такая постановка вопроса обусловлена тем, что стенозы почечных артерий далеко не всегда оказывают значимое влияние на

почечный кровоток, вызывая клиническую симптоматику. Связь между гемодинамическими характеристиками стеноза почечной артерии, перфузией коркового вещества почки и клиническими проявлениями этого состояния все еще остается неясной.

Данная работа посвящена изучению нового метода исследования почечного кровотока – рентгеновидеодеңситометрического анализа ангиограмм, который существенно расширяет диагностические возможности дигитальной субтракционной ангиографии, позволяя получить информацию о характеристиках почечного кровотока до и после стентирования почечных артерий без дополнительной лучевой нагрузки на пациента.

### **Цель исследования**

Изучить возможности и значение метода рентгеновидеодеңситометрии ангиографических изображений для оценки внутривисочечной циркуляции у больных со стенозами почечных артерий до и после рентгеноэндоваскулярных вмешательств.

### **Задачи исследования**

1. Разработать методику анализа ангиограмм брюшной аорты методом рентгеновидеодеңситометрии;
2. Сопоставить результаты рентгеновидеодеңситометрического анализа с данными дигитальной субтракционной ангиографии и дуплексного сканирования почечных артерий;
3. Сопоставить результаты рентгеновидеодеңситометрического анализа с клиническими проявлениями стенозов почечных артерий;
4. Выявить прогностические факторы улучшения почечного кровотока после эндоваскулярных вмешательств на почечных артериях
5. Определить значение метода рентгеновидеодеңситометрии в оценке изменений почечного кровотока после эндоваскулярных вмешательств на почечных артериях.

### **Научная новизна**

Работа является первым в отечественной научно-медицинской литературе трудом, в котором была разработана методика оценки почечного кровотока с использованием метода рентгеновидеодеңситометрии, впервые исследована зависимость характеристик почечного кровотока от степени стеноза почечных артерий, впервые изучены изменения почечного кровотока после эндоваскулярного лечения стенозов почечных артерий, впервые выявлены прогностические факторы эффективности эндоваскулярных вмешательств на почечных артериях.

### **Практическая значимость**

В ходе исследования был впервые разработан алгоритм рентгеновидеодеңситометрического анализа ангиограмм брюшной аорты. Достоверность результатов рентгеновидеодеңситометрического анализа ангиограмм подтверждена при сопоставлении их с результатами дигитальной субтракционной ангиографии и дуплексного сканирования почечных артерий. Были изучены нормальные характеристики почечного кровотока и определены рентгеновидеодеңситометрические критерии его нарушения. Установлено, что применение рентгеновидеодеңситометрического анализа ангиограмм позволяет точнее оценить влияние стеноза почечной артерии на перфузию паренхимы почки и, тем самым, определить показания к эндоваскулярному лечению. Кроме того, данные рентгеновидеодеңситометрического исследования позволяют прогнозировать результаты эндоваскулярных вмешательств на почечных артериях.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Рентгеновидеодеңситометрический анализ ангиограмм брюшного отдела аорты позволяет получить дополнительную объективную информацию о характеристиках почечного кровотока и определить влияние стеноза почечной артерии на внутриорганный кровоток без дополнительной лучевой нагрузки на пациента.

2. Результаты рентгеновидеодеңситометрического анализа ангиограмм могут быть использованы для прогнозирования клинической эффективности эндоваскулярных вмешательств на почечных артериях.
3. К прогностическим факторам улучшения почечного кровотока после эндоваскулярного вмешательства относятся стеноз почечной артерии более 75% по данным ангиографии, линейная скорость кровотока по почечной артерии более 250 см/с, исходно сниженная выделительная функция почек, билатеральные стенозы почечных артерий.

### **Внедрение в практику**

Результаты работы внедрены в практику отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения ФГУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского» Минздравсоцразвития РФ.

### **Апробация работы**

Основные положения диссертации изложены на Всероссийском научном форуме «Радиология 2008» (г. Москва, 2008), Ежегодной научно-практической конференции «Теория и практика современной интервенционной кардиоангиологии» (г. Москва, 2009); заседании секции интервенционной радиологии московского общества медицинских радиологов (г. Москва, 26 января 2010), VII Международном медицинском форуме «Индустрия здоровья» в рамках Симпозиума по лучевой диагностике «Инновационные технологии в лучевой диагностике заболеваний сердечно-сосудистой системы» (г. Москва, 2011 г.).

### **Публикации результатов исследования**

По материалам диссертации опубликовано 14 научных работ в центральной печати и сборниках научных конференций, из них 4 – в журналах, входящих в перечень научных изданий, рекомендованных ВАК для публикаций результатов диссертаций на соискание ученой степени .

### **Объем и структура диссертации**

Диссертация изложена на 114 страницах машинописного текста и состоит из введения, 5 глав, выводов, практических рекомендаций, заключения и списка литературы. Работа иллюстрирована 3 таблицами, 39 рисунками. Указатель литературы включает 18 отечественных и 139 зарубежных источников.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Клиническая характеристика больных**

В исследование вошли 156 пациентов, которым выполнялась ДСА брюшной аорты в отделении рентгенохирургических методов диагностики и лечения ФГУ «Институт хирургии имени А.В. Вишневского» по поводу атеросклеротического поражения различных сосудистых бассейнов в период с 2007 г. по 2010 г.

Контрольную группу, необходимую для отработки методики рентгеновидеоденситометрии и изучения нормальных показателей перфузии почек, составили 55 пациентов, у которых по данным ДС и ангиографии не было выявлено поражений почечных артерий. В группу больных со стенозами почечных артерий вошел 101 пациент, со стенозами 105 почечных артерий. У 41 пациента из этой группы было выполнено 45 эндоваскулярных вмешательств на почечных артериях. Исследуемые группы не имели статистически значимых отличий по возрасту и полу больных (таб. 1).

Всем пациентам во время пребывания в стационаре проводился мониторинг артериального давления. Выявлены значимые различия между пациентами со стенозами почечных артерий и с интактными почечными артериями по уровню систолического и диастолического АД, оба показателя были выше среди больных со стенозами почечных артерий (таб. 2).

**Таблица 1**

**Сравнительная характеристика пациентов**

<b>Показатель</b>	<b>Пациенты с неизмененными почечными артериями (N = 55)</b>	<b>Пациенты со стенозами почечных артерий (N = 101)</b>	<b>Значение p</b>
средний возраст ± стандартное отклонение, годы	61,8 ± 10,1	60,9 ± 9,9	0,8
мужской пол – N (%)	40 (72,7%)	77 (73%)	0,38
<b>сопутствующие заболевания</b>			
хронический пиелонефрит – N (%)	6 (11%)	13 (13%)	0,4
сахарный диабет II типа – N (%)	16 (29%)	38 (36%)	0,23

**Таблица 2**

**Уровень АД и состояние выделительной функции почек**

<b>Показатель</b>	<b>Пациенты с неизмененными почечными артериями (N = 55)</b>	<b>Пациенты со стенозами почечных артерий (N = 101)</b>	<b>Значение p</b>
<b>среднее артериальное давление ± стандартное отклонение, мм рт. ст.</b>			
систолическое	138 ± 17,6	151 ± 17,1	0,00016
диастолическое	81,6 ± 7,7	86,3 ± 9,0	0,0014
<b>Показатели функционального состояния почек</b>			
средний уровень креатинина кро-	88,6 ± 17	94,4 ± 23	0,1

ви ± стандартное отклонение, мкмоль/л			
средняя толщина паренхимы почек ± стандартное отклонение, мм	15,8 ± 3,7	14,6 ± 4,1	0,08
средний продольный размер почек ± стандартное отклонение, см	9,6 ± 2,4	9,1 ± 3,2	0,33

В группе пациентов со стенозами почечных артерий частота артериальной гипертензии всех степеней была существенно выше, чем в контрольной группе.

### **Оценка выделительной функции почек**

Для определения влияния поражения почечных артерий на выделительную функцию почек использовались следующие методы исследования: общий анализ мочи, определение уровня мочевины и креатинина в биохимическом анализе крови. При анализе результатов общего анализа мочи учитывалось количество лейкоцитов и эритроцитов, белка и глюкозы. Вышеуказанные показатели не являлись специфическими для пациентов с поражением почечных артерий, однако указывали на наличие сопутствующих заболеваний почек и мочевых путей.

Уровень креатинина крови в настоящее время считается основным показателем оценки выделительной функции почек. Критерием наличия почечной недостаточности в настоящем исследовании был уровень креатинина выше 130 мкмоль/л. Средние значения креатинина сыворотки крови у пациентов обеих групп представлены в таблице 2.

Учитывая международные рекомендации по профилактике контраст-индуцированной нефропатии, для ангиографического исследования всем пациентам со стенозами почечных артерий использовали контрастный препарат визипак (йодиксанол).

### **Методика выполнения ультразвукового исследования почечных артерий и почек**

В предоперационном периоде большинству пациентов со стенозами почечных артерий выполнялось дуплексное сканирование (ДС) аорты и почечных артерий, ультразвуковое исследование паренхимы почек.

Измерялись такие показатели, как продольные размеры почек, толщина паренхимы, линейная скорость кровотока по почечной артерии.

Ультразвуковое исследование почечных артерий выполнялось конвексным датчиком с частотой излучения 3,5-5,0 МГц, строго натощак после 10-12 часов голодания. Для успешного проведения исследования проводилась предварительная подготовка пациента: назначение диеты с ограничением грубо-волоконистой клетчатки, молочных продуктов, свежего хлеба. При явлениях метеоризма назначали активированный уголь или эспумизан. Накануне исследования не рекомендовалось назначение очистительных клизм во избежание усиления пневматизации кишечника.

При исследовании почечных артерий использовался передний, боковой и задний доступы. Проводилось продольное сканирование аорты, визуализировались непарные висцеральные ветви (чревный ствол и верхняя брыжеечная артерия), затем датчик поворачивался на 90° и проводилось поперечное сканирование аорты сразу ниже устья верхней брыжеечной артерии. Для исследования почечных артерий в проекции ворот почек использовались боковой и задний доступы, что позволяло исследовать дистальные сегменты основных стволов почечных артерий.

Почечные артерии были адекватно визуализированы у всех пациентов. Всем больным проводилось комплексное ультразвуковое исследование, включающее в себя: В-режим и режим цветового доплеровского картирования (ЦДК). Оценка состояния просвета почечных артерий, его проходимости проводилась в соответствии с данными, получаемыми как в В-режиме, так и в режиме ЦДК. Ультразвуковое исследование почек в В-режиме также выполнялось всем пациентам. Определялись размеры почек, состояние паренхимы и чашечно-лоханочной системы.

При анализе данных ультразвукового исследования паренхимы почек достоверных различий между группой пациентов со стенозами почечных артерий и контрольной группой выявлено не было.

### **Методика выполнения ангиографии брюшного отдела аорты**

Дигитальная субтракционная ангиография проводилась по стандартной методике: выполнялась пункция бедренной артерии по Сельдингеру, в супраренальный отдел брюшной аорты на уровне 12 грудного позвонка устанавливался катетер «Pig tail», по которому вводилось контрастное вещество.

Все исследования проводились с использованием рентгеноконтрастного препарата йодиксанол, объем вводимого препарата – 30 мл, скорость – 15 мл в секунду. Рентгеновская съемка выполнялась в прямой проекции с тем расчетом, чтобы в кадр попали супра- и инфраренальный отделы аорты, сосудистое русло и паренхима обеих почек. Съёмка производилась со скоростью 3 кадра в секунду. По описанной методике ангиография брюшной аорты на рентгеновском аппарате «Philips Integris Allura» была выполнена 156 пациентам. Расчёт степени стеноза по диаметру сосуда выполнялся с помощью встроенных программ для анализа изображений.

### **Методика проведения рентгеновидеоденситометрии**

Метод основан на построении кривых зависимости яркости выбранного участка ангиограммы от времени. Яркость изображения на участке ангиограммы, полученной при ДСА, зависит от количества рентгеноконтрастного вещества, находящегося в сосуде или в ткани. В связи с этим, по изменениям среднего уровня яркости на участке ангиограммы можно сделать заключение об интенсивности кровотока в исследуемой структуре.

Для изучения почечного кровотока на ангиограммах отмечались «окна интереса», соответствующие интравенальному отделу аорты, почечным артериям, паренхиме почек, почечным венам.

С помощью программы для анализа рентгеновских изображений «Multivox» строились кривые зависимости средней яркости изображения в выбранных окнах интереса от времени. Для повышения точности измерений кривые «яркость – время» для каждой из указанных структур строились не менее чем в 3 зонах интереса, после чего рассчитывалось среднее значение.

Кривые «яркость – время» строились для главной почечной артерии, сегментарных почечных артерий, паренхимы почек, а также почечных вен. По результатам РВД рассчитывались показатели внутривидеочечного кровотока. Для оценки контрастирования паренхимы почек использовались не абсолютные, а относительные значения изменения яркости.

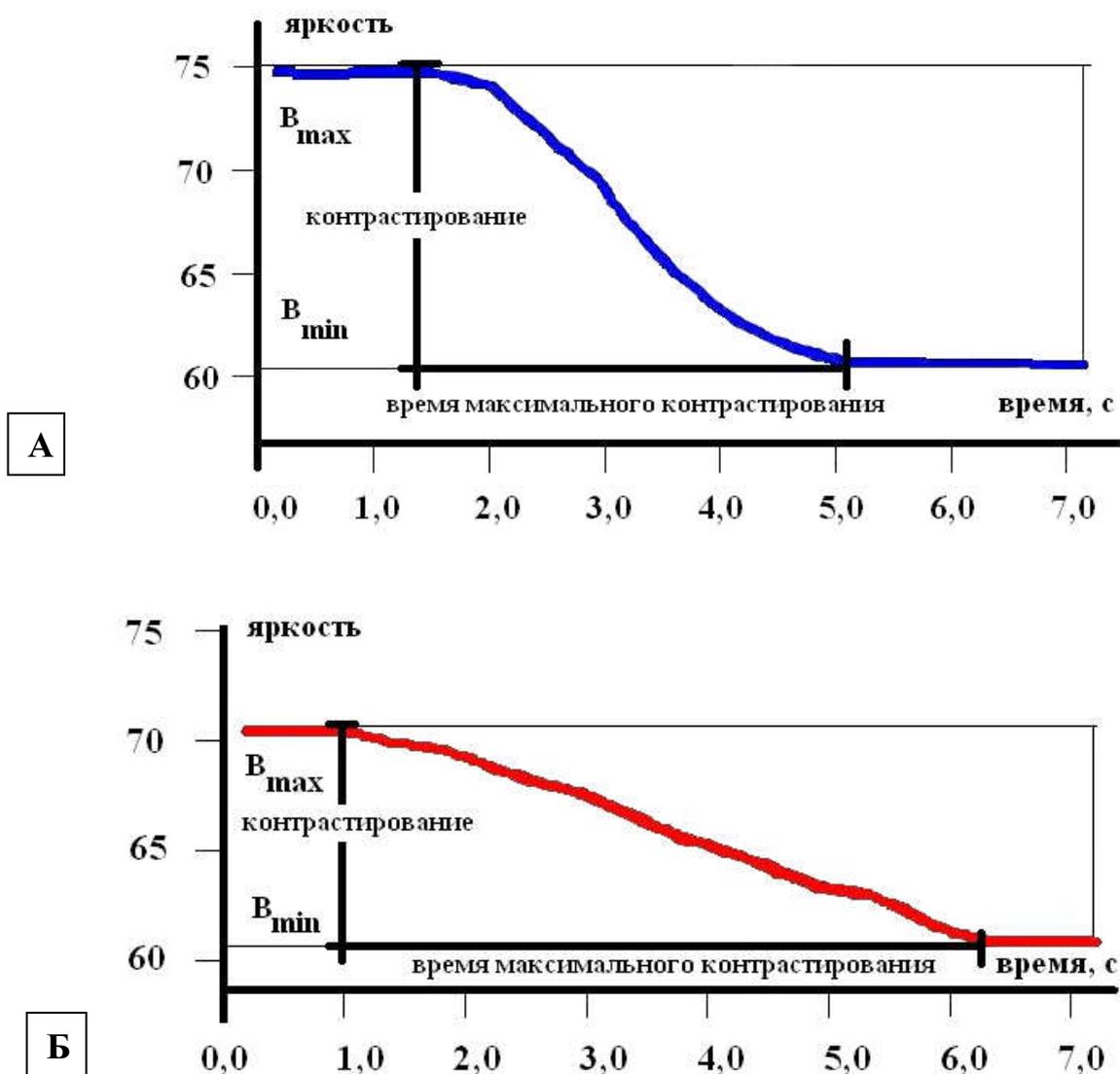


Рис. 1. Анализ рентгеновидеоденситометрических кривых.

*А) кривая «яркость – время» для паренхимы почек в норме,*

*Б) кривая «яркость – время» для паренхимы почек при стенозе почечной артерии.*

Для оценки контрастирования использовалась следующая формула:

*коэффициент*

$$\text{контрастирования} = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max}} \times 100\% ,$$

где  $V_{\max}$  – максимальная, а  $V_{\min}$  – минимальная яркость паренхимы почки (рис. 1).

Также вычислялось время достижения максимального контрастирования паренхимы почки, за которое принималось время от начала снижения яркости до выхода кривой на «плато» (рис. 1).

### **Методы статистической обработки результатов исследования**

Результаты исследования обработаны с помощью программы “Statistica 8.0” фирмы StatSoft.

Первично проводился анализ распределения данных (нормальное или асимметричное). В случае нормального распределения для описания количественных признаков использовались среднее  $\pm$  стандартное отклонение, т. к. при этом виде распределения данных 95% наблюдений лежит в пределах  $\pm 2$  стандартных отклонений от среднего и, таким образом, приводимая информация даёт адекватное представление о составе всей группы. В случае, если распределение количественных значений было асимметрично, для их описания использовали медиану (значение, справа и слева от которого на оси значений признака располагаются равные количества значений признака данной выборки), а также 50% доверительный интервал (значения признака, между которыми находится половина всех значений исследуемой выборки).

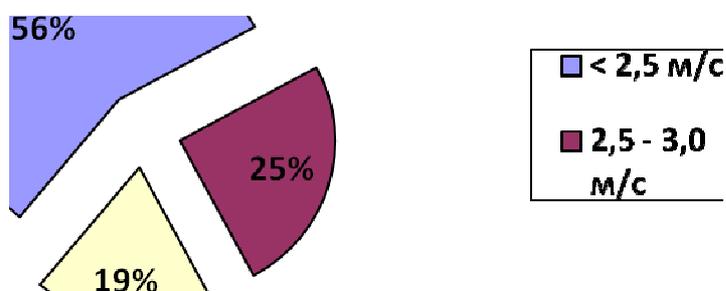
При сравнении двух групп по количественным признакам в случае нормального распределения применялся t-критерий Стьюдента, для сравнения нескольких групп с теми же характеристиками применяли дисперсионный

анализ. В случае асимметричного распределения для сравнения по количественному признаку двух групп применялся критерий Манна-Уитни, при сравнении нескольких групп – критерий Крускала-Уоллиса.

Для сравнения групп по качественным признакам использовались точный двусторонний критерий Фишера для таблиц 2x2 или критерий хи-квадрат для произвольных таблиц сопряженности. При анализе силы связи между признаками пользовались ранговым коэффициентом корреляции Спирмена. Уровень значимости принимали равным 5%.

### Результаты собственных исследований и их обсуждение

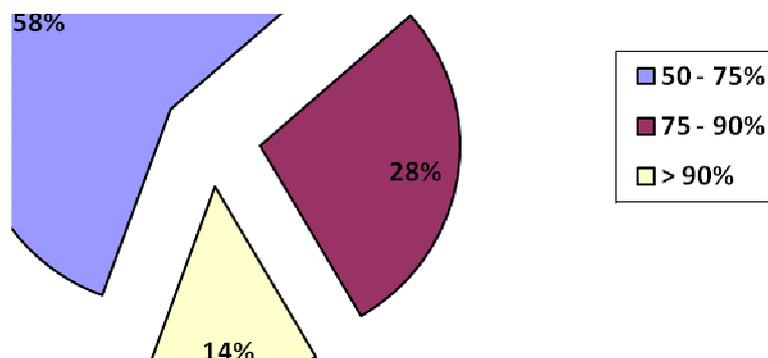
Распределение пациентов со стенозами почечных артерий в соответствии со скоростью кровотока представлено на рис. 2. В большинстве случаев (35 артерий, 56%) ЛСК составила менее 2,5 м/с. В 16 случаях (25%) – ЛСК была от 2,5 до 3,0 м/с; и в 12 почечных артериях (19%) – от 3,0 м/с и выше.



**Рис. 2.** *Распределение стенозированных почечных артерий в соответствии с линейной скоростью кровотока (пояснение в тексте).*

Распределение почечных артерий в соответствии со степенью стеноза по данным ангиографии представлено на рис. 3. В большинстве случаев (61 артерия, 58%) были выявлены стенозы от 50 до 75%. В 29 артериях (28%) –

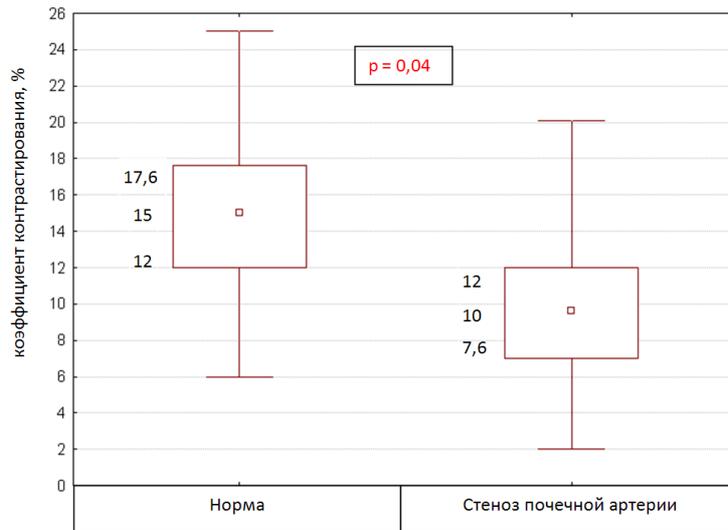
стенозы от 75 до 90%; и в 15 артериях (14%) – стенозы более 90% по диаметру.



**Рис. 3.** *Распределение стенозированных почечных артерий в соответствии со степенью стеноза по данным ангиографии.*

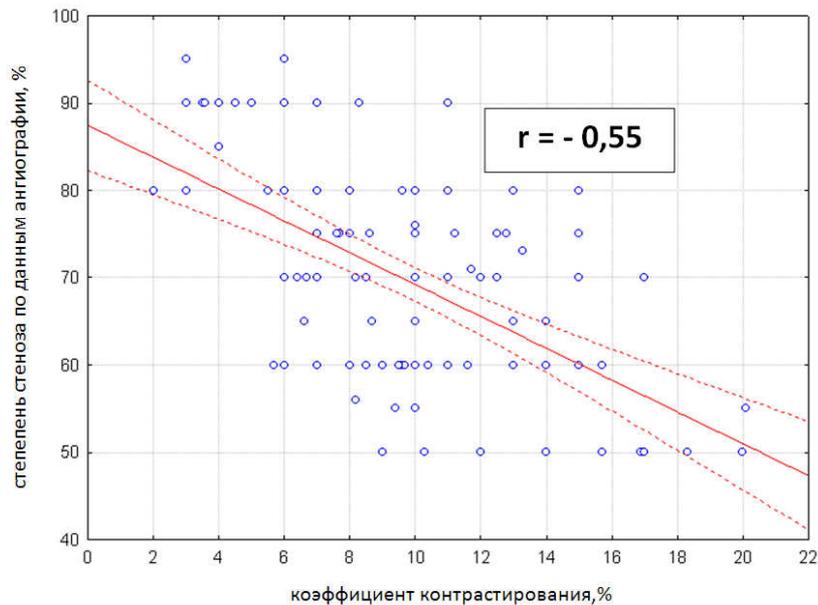
Рентгеновидеоденситометрическое исследование было выполнено у 55 пациентов с неизмененными почечными артериями и у 101 пациента со стенозами 105 почечных артерий. Для всех больных рассчитаны основные параметры почечного кровотока, такие как коэффициент контрастирования (КК) паренхимы почек и время достижения максимального контрастирования паренхимы почек. Между описанными группами больных выявлены статистически значимые отличия по показателям почечного кровотока. Получены следующие результаты. В группе пациентов с неизменёнными почечными артериями КК паренхимы почек в среднем составил 15,00% от исходной яркости, в группе пациентов со стенозами почечных артерий – 10,00% (рис. 4). При сравнении полученных данных выявлено, что различия групп по этому показателю статистически значимы ( $p = 0,04$ ). Время достижения максимального контрастирования в группе пациентов с неизменёнными почечными артериями в среднем составило 5,0 с, в группе пациентов со стенозами почечных артерий – 7,0 с. Анализ полученных данных показал, что различия групп по этому показателю также статистически значимы ( $p = 0,001$ ). Таким образом, метод РВД продемонстрировал свою эффективность в выявлении раз-

личий в показателях перфузии паренхимы почек в норме и при стенозах почечных артерий.



**Рис. 4.** Распределение значений КК паренхимы почки в группе пациентов с неизмененными почечными артериями и со стенозами почечных артерий.

При корреляционном анализе данных РВД в сравнении с данными других лучевых методов исследования было выявлено, что выраженность изменений параметров внутривисочечного кровотока находилась в линейной зависимости от тяжести поражения почечной артерии.



**Рис. 5.** Зависимость КК паренхимы почки от степени стеноза почечной артерии по данным цифровой субтракционной ангиографии.

Выявлена умеренная обратная корреляция КК паренхимы почки и степени стеноза почечной артерии по данным ДСА (рис. 5). Коэффициент корреляции составил - 0,55;  $p = 0,02$ . Аналогичная корреляция обнаружена для контрастирования паренхимы почки и скорости кровотока по почечной артерии по данным ДС. Коэффициент корреляции составил - 0,64;  $p = 0,035$ .

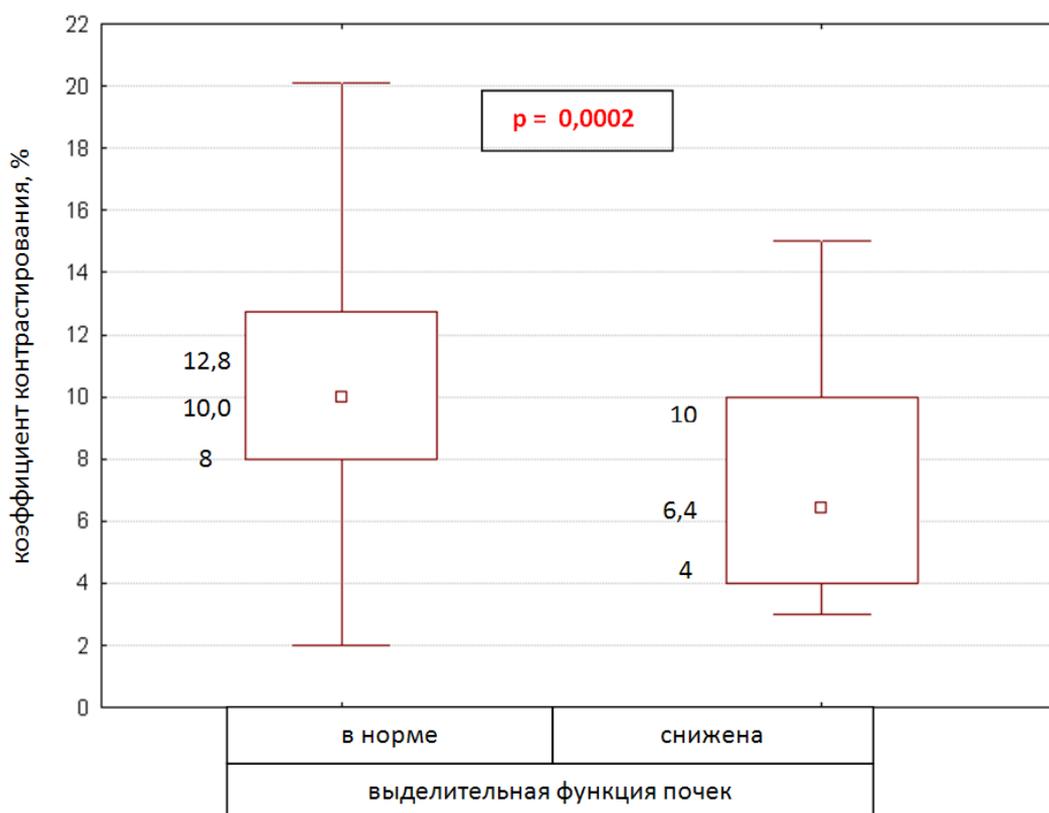
Умеренная прямая корреляция выявлена для времени максимального контрастирования паренхимы почки и степени стеноза почечной артерии по данным ДСА. Коэффициент корреляции составил 0,58;  $p = 0,025$ . Сходная корреляция обнаружена и для времени достижения максимального контрастирования паренхимы почки и скорости кровотока по почечной артерии по данным ДС. Коэффициент корреляции составил 0,62;  $p = 0,03$ .

Таким образом, РВД исследование выявило линейную зависимость перфузии паренхимы почки от степени сужения почечных артерий. По мере увеличения степени стеноза как по данным ДСА, так и ДС коэффициент контрастирования паренхимы почки снижался, а время достижения максимального контрастирования увеличивалось. При этом интересно отметить, что результаты РВД анализа лучше коррелируют с данными ДС почечных артерий, чем с результатами ДСА. Возможно, это свидетельствует о том, что ДС почечных артерий точнее отражает гемодинамическую значимость стеноза ПА. Линейная зависимость параметров перфузии паренхимы почки от степени стеноза ПА была ожидаема, такой результат совпадает с данными других исследований почечного кровотока, как с использованием нефросцинтиграфии, так и КТ-ангиографии. Это также подтверждает точность метода РВД в оценке перфузии почки.

У пациентов со стенозами почечных артерий не было выявлено зависимости между параметрами внутривисочечного кровотока по данным РВД (КК и временем достижения максимального контрастирования) и уровнями систолического и диастолического артериального давления. Такое отсутствие связи между уровнем АД и параметрами перфузии паренхимы почки можно объяснить тем, что повышение АД у больных со стенозами почечных арте-

рий не обязательно связано с сосудистой патологией, а может быть вызвано эссенциальной артериальной гипертензией. Кроме того, все больные получали разную по составу и дозировкам препаратов гипотензивную терапию, что затрудняет оценку тяжести АГ и ее устойчивости к лечению.

Статистический анализ не выявил связи между параметрами внутривнепочечного кровотока по данным РВД и наличием у пациентов сахарного диабета II типа. Такие результаты могут быть связаны с тем, что длительность течения СД II типа у всех пациентов была разной и, возможно, у некоторых из них не успела развиться диабетическая нефропатия. Кроме того, не исключено, что для выявления различий между группами необходим больший объем выборки.



**Рис. 6.** Средние значения КК паренхимы почки у пациентов со стенозами почечных артерий в зависимости от выделительной функции почек.

При сравнении параметров внутривнепочечного кровотока пациентов с нормальной и со сниженной выделительной функцией почек были выявлены статистически значимые различия. У пациентов с нормальной функцией почек КК в среднем составил 10,60%, у больных со сниженной выделительной

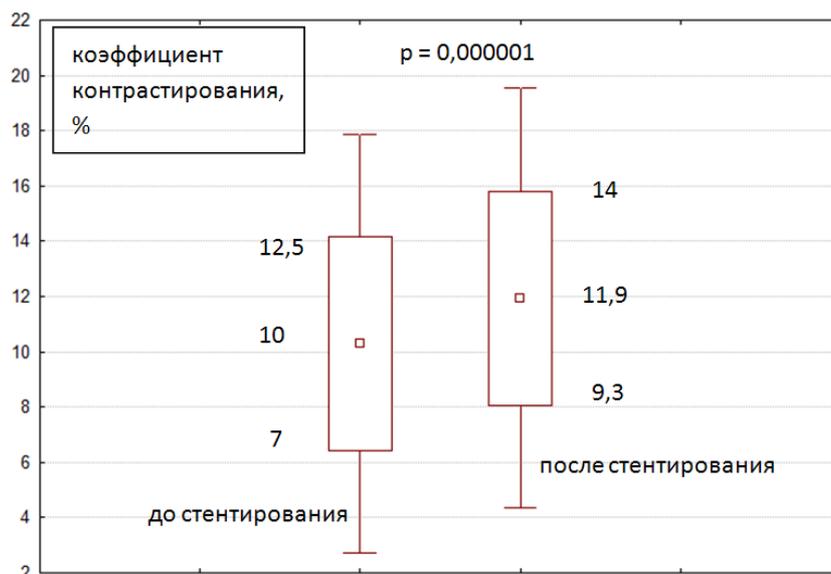
функцией почек – среднее значение КК было 7,40% (рис. 6). Различия статистически значимы ( $p = 0,0002$ ). У пациентов с нормальной функцией почек время достижения максимального контрастирования в среднем составило 6,4 с, у больных со сниженной выделительной функцией почек – 8,3 с. Различия статистически значимы ( $p = 0,005$ ).

Сниженные показатели перфузии почек в группе пациентов с почечной недостаточностью свидетельствуют о том, что нарушение выделительной функции почек вызвано уменьшением кровотока в их паренхиме. Это может быть вызвано тем, что в группе больных со сниженной функцией почек отмечались более тяжелые поражения почечных артерий. Так, среди больных с ХПН распространенность стенозов почечных артерий  $> 90\%$  составила 30%, в то время как среди больных с нормальной функцией почек – 10%. А как было показано ранее, между тяжестью стеноза и показателями перфузии почки имеется линейная зависимость. Однако нельзя исключить и возможность того, что более выраженные нарушения перфузии почек и снижение их выделительной функции связаны не с сужением главной почечной артерии, а с микрососудистым повреждением, возникшим вследствие нефросклероза.

Эндоваскулярные вмешательства (стентирование и баллонная ангиопластика) были выполнены на 45 почечных артериях у 41 пациента. После каждого вмешательства оценивалась динамика параметров почечного кровотока: коэффициента контрастирования и времени достижения максимального контрастирования; также оценивался эффект эндоваскулярных вмешательств на клинические проявления стенозов почечных артерий.

В среднем после реваскуляризации почечных артерий КК повысился с 10,00% до 11,90% (рис. 7). Различия данного показателя до и после вмешательства были статистически значимы ( $p < 0,05$ ). Среднее время достижения максимального контрастирования снизилось с 6,95 с до 4,6 с. Различия этого показателя до и после вмешательства также были статистически значимы ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, выполнение эндоваскулярного вмешательства и устранение стеноза почечной артерии приводило к улучшению показателей почечного кровотока: повышению коэффициента контрастирования паренхимы почки и снижению времени достижения максимального контрастирования. Такой результат вполне ожидаем, он свидетельствует о чувствительности метода РВД в выявлении изменений в параметрах почечного кровотока.

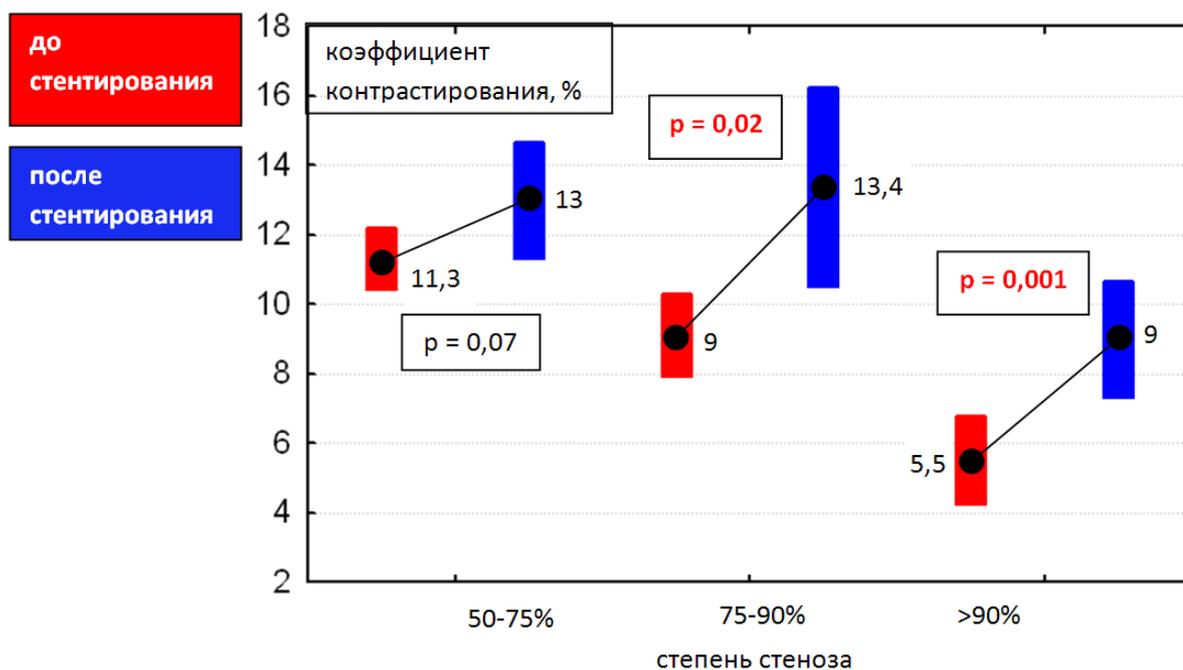


**Рис. 7.** Средние значения КК паренхимы почки у пациентов со стенозами почечных артерий до и после вмешательства (общая группа).

Для того, чтобы определить, при каких условиях выполнение эндоваскулярных вмешательств будет наиболее эффективно в отношении улучшения показателей почечного кровотока, отдельно изучалась динамика КК и времени достижения максимального контрастирования паренхимы почек в различных группах пациентов в зависимости от гемодинамических характеристик стеноза ПА и его клинических проявлений.

В группе больных со стенозами ПА от 50 до 75% по данным ангиографии после реваскуляризации почечных артерий КК повысился с 11,30% до 13,00% (рис. 8). Различия данного показателя до и после вмешательства были статистически незначимы ( $p = 0,07$ ). Среднее время достижения максимального контрастирования паренхимы почек в этой группе пациентов снизилось

с 6,5 с до 5,1 с. Различия этого показателя до и после вмешательства также были статистически незначимы ( $p = 0,08$ ).



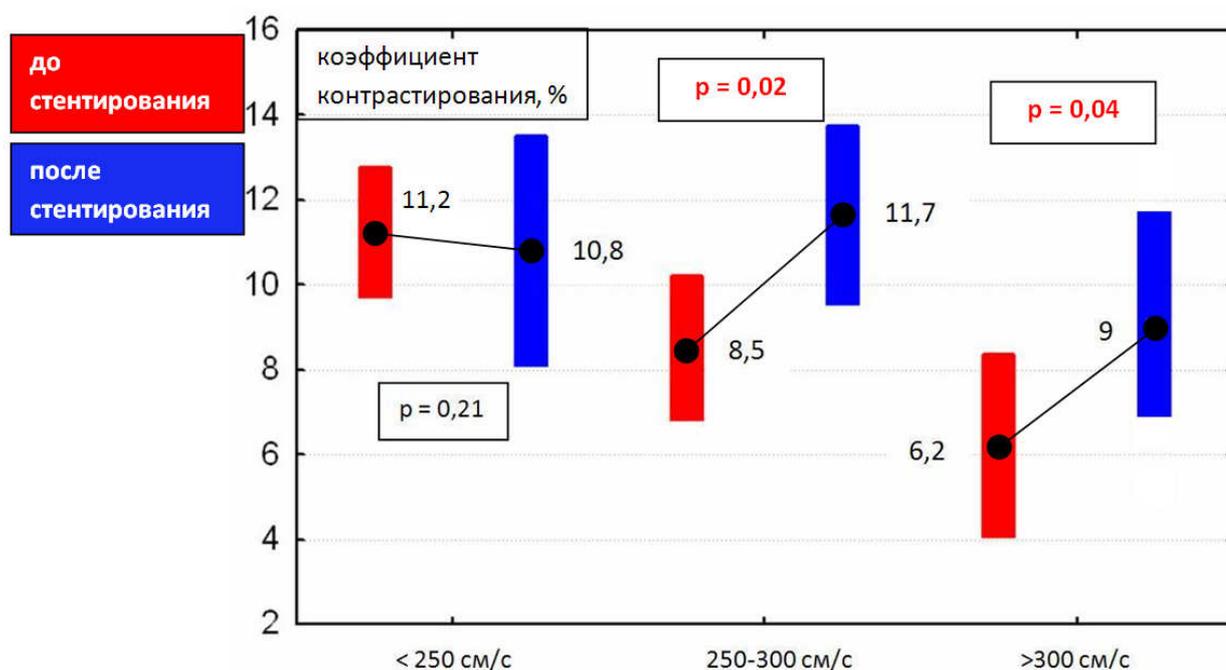
**Рис. 8.** Динамика КК паренхимы почки до и после вмешательства в зависимости от степени стеноза почечных артерий.

В группе больных со стенозами ПА от 75 до 90% по данным ангиографии после реваскуляризации почечных артерий КК повысился с 9,00% до 13,40% (рис. 8). Различия данного показателя до и после вмешательства были статистически значимы ( $p = 0,02$ ). Среднее время достижения максимального контрастирования паренхимы почек в этой группе пациентов снизилось с 7,4 с до 4,8 с. Различия этого показателя до и после вмешательства также были статистически значимы ( $p = 0,002$ ).

В группе больных со стенозами ПА более 90% по данным ангиографии после реваскуляризации почечных артерий КК повысился с 5,50% до 9,0% (рис. 8). Различия данного показателя до и после вмешательства были статистически значимы ( $p = 0,001$ ). Среднее время достижения максимального контрастирования паренхимы почек в этой группе пациентов снизилось с 8,2 с до 3,7 с. Различия этого показателя до и после вмешательства также были статистически значимы ( $p = 0,04$ ).

Таким образом, изменения показателей почечного кровотока после вмешательства были статистически значимы только у пациентов со стенозами более 75% по данным ДСА. Основываясь на этих данных можно заключить, что эффективность эндоваскулярного вмешательства особенно высока именно при сужении почечной артерии более 75%.

В группе больных с ЛСК по почечным артериям менее 250 см/с по данным ДС после реваскуляризации почечных артерий КК снизился с 11,20% до 10,80% (рис. 9). Различия данного показателя до и после вмешательства были статистически незначимы ( $p = 0,21$ ). Среднее время достижения максимального контрастирования паренхимы почек в этой группе пациентов снизилось с 6,5 с до 4,2 с. Различия этого показателя до и после вмешательства также были статистически незначимы ( $p = 0,08$ ).



**Рис. 9.** Динамика КК паренхимы почки до и после вмешательства в зависимости от степени ЛСК по почечной артерии.

В группе больных с ЛСК по почечным артериям от 250 до 300 см/с по данным ДС после реваскуляризации почечных артерий КК повысился с 8,50% до 11,70% (рис. 9). Различия данного показателя до и после вмешательства были статистически значимы ( $p = 0,002$ ). Среднее время достижения максимального контрастирования паренхимы почек в этой группе пациентов

снизилось с 8,1 с до 4,5 с. Различия этого показателя до и после вмешательства также были статистически значимы ( $p = 0,004$ ).

В группе больных с ЛСК по почечным артериям более 300 см/с по данным ДС после реваскуляризации почечных артерий КК повысился с 6,20% до 9,00% (рис. 9). Различия данного показателя до и после вмешательства были статистически значимы ( $p = 0,04$ ). Среднее время достижения максимального контрастирования паренхимы почек в этой группе пациентов снизилось с 10,8 с. Различия этого показателя до и после вмешательства также были статистически значимы ( $p = 0,04$ ). Основываясь на этих данных можно заключить, что эффективность эндоваскулярного вмешательства особенно высока у пациентов с ЛСК по почечной артерии  $> 250$  см/с по данным ДС.

Чёткой зависимости динамики показателей почечного кровотока после вмешательства от степени АГ выявить не удалось. Такие результаты, как и отсутствие связи между уровнем АД и параметрами перфузии паренхимы почки можно объяснить тем, что повышение АД у ряда больных, вероятно, не было связано только со стенозами почечных артерий. Наличие СД II типа также не оказывало существенного влияния на динамику показателей почечного кровотока после вмешательства. Отсутствие различий в исходных параметрах почечного кровотока между больными с СД II и с нормальным уровнем глюкозы, может быть связано с разной длительностью течения СД II типа, из-за чего у некоторых больных не успела развиться диабетическая нефропатия. Кроме того, возможно, такие различия связаны с неоднородностью пациентов с СД II типа по степени стеноза почечной артерии.

В группе больных с неизменной функцией почек после реваскуляризации почечных артерий КК повысился с 10,30% до 11,50%. Различия данного показателя до и после вмешательства были статистически значимы ( $p = 0,006$ ). Среднее время достижения максимального контрастирования паренхимы почек в этой группе пациентов снизилось с 6,6 с до 4,2 с. Различия этого показателя до и после вмешательства также были статистически значимы ( $p = 0,00006$ ). В группе больных с ХПН после реваскуляризации почечных

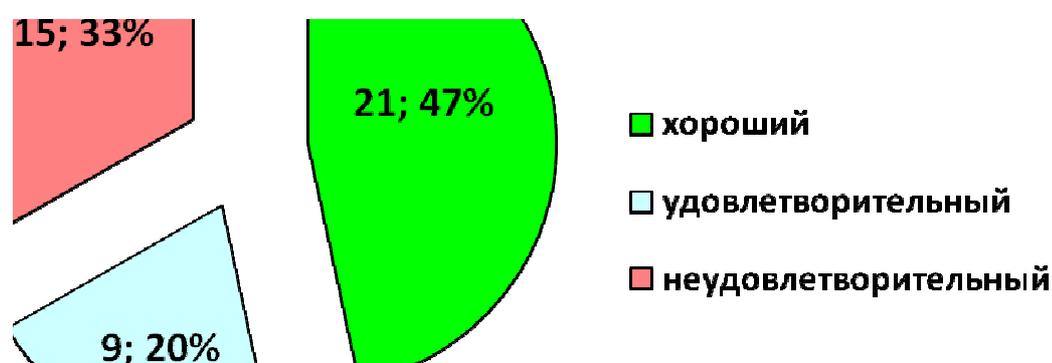
артерий КК повысился с 7,10% до 9,90%. Различия данного показателя до и после вмешательства были статистически значимы ( $p = 0,012$ ). Среднее время достижения максимального контрастирования паренхимы почек в этой группе пациентов снизилось с 6,7 с до 3,6 с. Различия этого показателя до и после вмешательства также были статистически значимы ( $p = 0,012$ ).

Таким образом, у пациентов со сниженной выделительной функцией почек после реваскуляризации произошли более выраженные изменения почечного кровотока, чем у больных с исходно нормальной выделительной функцией почек. В связи с этим наиболее вероятной причиной более низких показателей перфузии паренхимы почки у пациентов с ХПН представляется именно более тяжелое поражение почечных артерий, которое было устранено вмешательством, а не микрососудистое поражение. Очевидно, что если бы основной причиной снижения перфузии у таких больных было микрососудистое поражение, восстановление проходимости почечных артерий не привело бы к существенным изменениям в показателях почечного кровотока. Основываясь на таких результатах, можно прийти к заключению, что выполнение эндоваскулярного вмешательства на почечных артериях у больных со сниженной выделительной функцией почек не менее эффективно, чем у пациентов с нормальной почечной функцией, более того, исходно сниженная выделительная функция может быть прогностическим фактором эффективности вмешательства.

Всем пациентам в послеоперационном периоде проводился мониторинг артериального давления и уровня креатинина сыворотки крови. Оценивалась клиническая эффективность эндоваскулярных вмешательств на почечных артериях. Эффект от стентирования в отношении уровня АД считался хорошим, если удавалось добиться нормального уровня АД без применения гипотензивных препаратов. Если после вмешательства АД снижалось не менее, чем на 20% от исходного или снижалась потребность в количестве или дозировке гипотензивных препаратов, эффект считался удовлетворительным. При отсутствии изменений в уровне АД или объеме гипотензивной терапии эф-

фekt считался неудовлетворительным. Хороший эффект на уровень АД был достигнут в 21 случае (47%), удовлетворительный – в 9 случаях (20%), неудовлетворительный – в 15 случаях (33%; рис. 10).

Эффективность эндоваскулярного вмешательства в отношении улучшения выделительной функции почек оценивалась по динамике уровня сывороточного креатинина: его снижению, стабилизации или повышению.



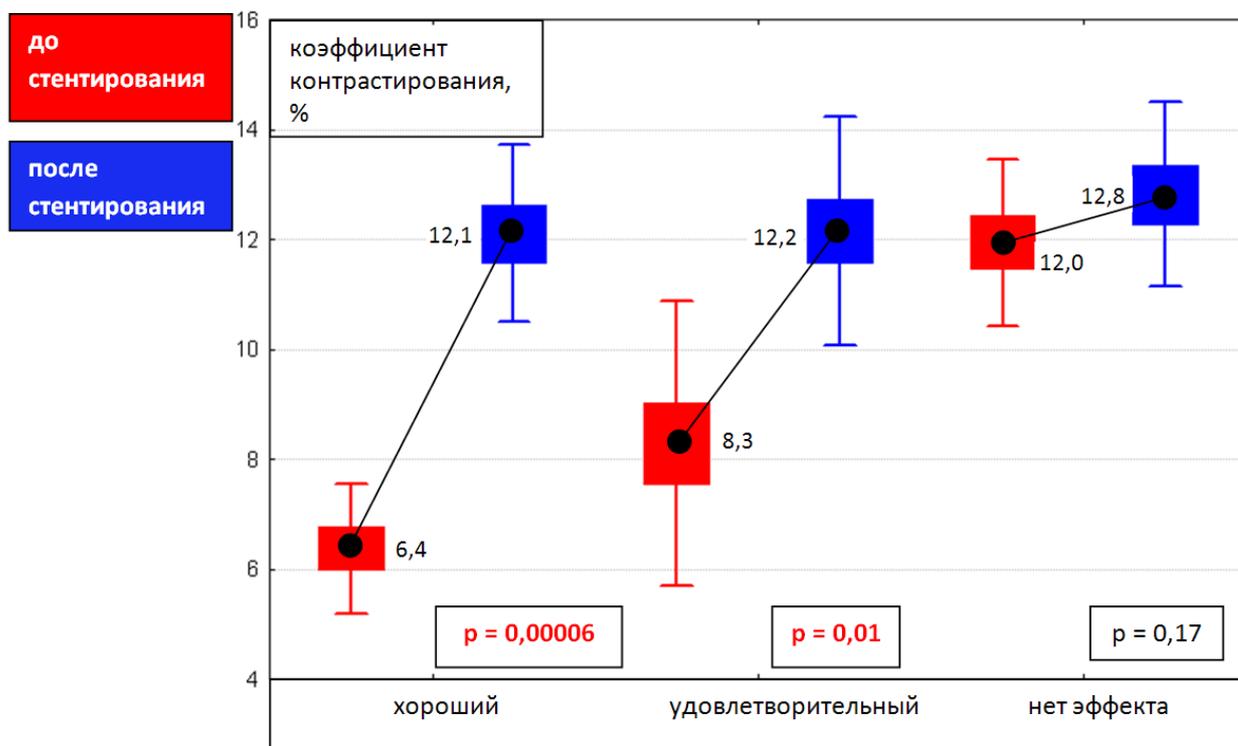
**Рис. 10.** Эффект эндоваскулярных вмешательств на почечных артериях в отношении уровня артериального давления.

На состояние выделительной функции почек эндоваскулярные вмешательства оказали следующий эффект: уровень сывороточного креатинина снизился у 10 больных (22%), стабилизировался у 31 (69%), повысился у 4 пациентов (9%).

Для определения прогностической ценности результатов рентгеновидео-денситометрического анализа в отношении прогнозирования клинического эффекта эндоваскулярных вмешательств на почечных артериях были рассчитаны средние значения параметров почечного кровотока у пациентов с хорошими, удовлетворительными и неудовлетворительными клиническими результатами стентирования.

Среди больных, у которых эндоваскулярные вмешательства на почечных артериях оказали хороший эффект в отношении уровня АД исходный уро-

вень КК составил 7,00% (рис. 11). Среди больных с удовлетворительным клиническим результатом стентирования – 8,25%, а среди больных с неудовлетворительным клиническим результатом – 12,50%.



**Рис. 11.** Динамика КК паренхимы почки до и после стентирования в зависимости от эффекта вмешательства в отношении уровня артериального давления.

Как видно из рис. 11, среди больных, у которых эндоваскулярное вмешательство на почечных артериях было эффективно (хороший или удовлетворительный эффект в отношении АД), значения КК были существенно ниже, чем среди пациентов, у которых стентирование не привело к существенному изменению АД (различия были статистически значимы,  $p = 0,001$ ). При этом в 95% случаев значения КК для больных со снижением АД после стентирования были меньше нижней границы 50% ДИ для КК паренхимы почки с неизменными почечными артериями, которая составляет 12%. В связи с этим, значение КК менее 12% можно считать прогностическим фактором снижения АД после стентирования почечных артерий.

Таким образом, результаты, полученные при РВД паренхимы почек в динамике до и после стентирования почечных артерий, позволяют прогнозировать

вать эффективность данного вмешательства в отношении повышения почечного кровотока, а значит и в снижении артериального давления, и в стабилизации или улучшении выделительной функции почек. РВД ангиограмм брюшного отдела аорты – доступный и эффективный метод, позволяющий получить дополнительную информацию о почечном кровотоке, он не требует дополнительных материальных затрат и манипуляций с пациентом, не удлиняет время ангиографического исследования. Метод РВД в комплексе с другими методами лучевой диагностики и данными клиничко-лабораторного обследования позволяет более надежно прогнозировать клинические результаты рентгеноэндоваскулярного лечения стенозов почечных артерий.

### **Выводы**

- 1) Разработанная в ходе исследования методика рентгеновидеоденситометрического анализа ангиограмм брюшного отдела аорты позволяет получить дополнительную объективную информацию о характеристиках почечного кровотока и определить влияние стеноза почечной артерии на внутриорганный кровоток без дополнительной лучевой нагрузки на пациента;
- 2) Характеристики почечного кровотока, измеренные с помощью метода рентгеновидеоденситометрии, коррелируют с тяжестью стеноза почечной артерии по данным дигитальной субтракционной ангиографии и дуплексного сканирования почечных артерий;
- 3) Снижение рентгеновидеоденситометрических показателей почечного кровотока отмечается у больных с нарушенной выделительной функцией почек, однако уровень артериального давления не влияет на показатели почечного кровотока;
- 4) К прогностическим факторами улучшения рентгеновидеоденситометрических показателей почечного кровотока после эндоваскулярного вмешательства относятся стеноз почечной артерии более 75% по данным ангиографии, линейная скорость кровотока по почечной артерии более 250 см/с,

исходно сниженная выделительная функция почек, билатеральные стенозы почечных артерий;

- 5) Результаты рентгеновидеоденситометрического анализа ангиограмм могут быть использованы для прогнозирования клинической эффективности эндоваскулярных вмешательств на почечных артериях;
- 6) Эндоваскулярные вмешательства на почечных артериях приводят к снижению артериального давления или к уменьшению потребности в гипотензивной терапии в 67% случаев.

### **Практические рекомендации**

1. При оценке результатов ангиографического исследования для получения объективной количественной информации о перфузии паренхимы почек необходимо использовать рентгеновидеоденситометрический анализ ангиограмм.
2. Метод рентгеновидеоденситометрии позволяет сделать заключение о влиянии стеноза почечной артерии на кровоток в паренхиме почки и определить показания к выполнению реваскуляризации почечных артерий.
3. У пациентов со стенозами почечных артерий более 75%, линейной скоростью кровотока по почечным артериям более 250 см/с, сниженной выделительной функцией почек, билатеральными стенозами почечных артерий целесообразно выполнение эндоваскулярного вмешательства.
4. При выборе тактики лечения пациентов со стенозами почечных артерий необходимо учитывать результаты рентгеновидеоденситометрического исследования.

### **Список опубликованных работ по теме диссертации**

1. Волынский Ю. Д., Коков Л. С., Зятенков А. В., Цыганков В. Н. Возможности применения метода рентгеновидеоденситометрии в диагностике стенотического поражения почечных артерий // Невский радиологический

- форум 2009. Сборник научных работ. Санкт-Петербург 6 – 9 апреля 2009 г. С. 132.
2. Зятенков А. В., Коков Л. С., Волынский Ю. Д., Цыганков В. Н. Оценка эффективности стентирования почечных артерий с помощью метода рентгеновидеодеңситометрии // Материалы III Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов «Радиология – 2009». Москва 26 – 29 мая 2009 г. Медицинская визуализация. 2009. Специальный выпуск. С. 168.
  3. Коков Л. С., Шутихина И. В., Хамнагадаев И. А., Лихарев А. Ю., Цыганков В. Н., Зятенков А. В., Акинфиев Д. М., Зеленев М. А. Эндоваскулярное лечение раннего рестеноза после стентирования почечной артерии // Материалы III Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов «Радиология – 2009». Москва 26 – 29 мая 2009 г. Медицинская визуализация. 2009. Специальный выпуск. С. 206.
  4. Зятенков А.В., Драпкина О.М., Ашихмин Я.И. Современные подходы к диагностике и лечению вазоренальной гипертензии // Российские медицинские вести, 2010, том 3; 4-15.
  5. Цыганков В. Н., Зятенков А. В., Шутихина И. В., Гончаров А. И. Использование техники стентирования с защитой боковой ветви проводником при бифуркационном стенозе почечной артерии // Диагностическая и интервенционная радиология. 2010. Том 4, № 1. С. 93 – 98.
  6. Зятенков А. В., Коков Л. С., Шутихина И. В., Цыганков В. Н., Акинфиев Д. М., Волынский Ю. Д. Эндоваскулярное лечение вазоренальной гипертензии // Диагностическая и интервенционная радиология. 2010. Том 4, № 1. С. 102 – 103.
  7. Зятенков А. В., Лихарев А. Ю., Шутихина И. В., Цыганков В. Н. Факторы риска развития рестенозов почечных артерий // Материалы X юбилейной межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные вопросы интервенционной радиологии (рентгенохирургии)», приуроченной к десятилетию создания отделения рентгенохирургии РКБ во Владикавказе

- зе. 24 – 26. 06. 2010. Диагностическая и интервенционная радиология. 2010. Том 4, № 2. Приложение. С. 43 – 44.
8. Коков Л. С., Зятенков А. В., Цыганков В. Н., Лихарев А. Ю., Шутихина И. В. Факторы риска развития рестенозов после стентирования почечных артерий // Материалы 22-й (XXVI) международной конференции Российского общества ангиологов и сосудистых хирургов «Нерешенные вопросы сосудистой хирургии». 22 – 24 ноября 2010 г. Москва. Ангиология и сосудистая хирургия. 2010. Том 16, №4. Приложение. С. 196 – 197.
  9. Коков Л. С., Зятенков А. В., Лихарев А. Ю., Цыганков В. Н., Хамнагадаев И. А., Шутихина И. В. Отдаленные результаты эндоваскулярного лечения вазоренальной гипертензии у пациентов пожилого возраста // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы долголетия» 8 – 10 декабря 2010 г. Красноярск. С. 91 – 92.
  10. Зятенков А. В., Волынский Ю. Д., Цыганков В. Н., Коков Л. С. Применение метода рентгеновдеоденситометрии для оценки почечного кровотока у больных с атеросклеротическим поражением почечных артерий // Диагностическая и интервенционная радиология. 2010. Том 4, № 4. С. 49 – 55.
  11. Зятенков А.В., Коков Л.С., Шутихина И.В., Цыганков В.Н., Волынский Ю.Д. Применение метода рентгеновдеоденситометрии для оценки почечного кровотока у больных с атеросклеротическим поражением почечных артерий // Невский радиологический форум 2011; сборник научных работ; с. 91.
  12. Коков Л. С, Зятенков А. В., Хамнагадаев И. А., Лихарев А. Ю., Цыганков В. Н. Эндоваскулярное лечение рестенозов после стентирования почечных артерий // Материалы четвертого российского съезда интервенционных кардиоангиологов. Россия, Москва, 21 – 23 марта. 2011 г. Международный журнал интервенционной кардиоангиологии. 2011. № 24. С. 70.
  13. Коков Л. С., Зятенков А. В., Лихарев А. Ю., Цыганков В. Н., Шутихина И. В. Отдаленные результаты стентирования почечных артерий // Материалы четвертого российского съезда интервенционных кардиоангиологов. Рос-

сия, Москва, 21 – 23 марта. 2011 г. Международный журнал интервенционной кардиоангиологии. 2011. № 24. С. 71 – 72.

14. Зятенков А. В., Коков Л. С., Волинский Ю. Д. Возможности метода рентгеновидеоденситометрии в оценке почечного кровотока у больных со стенозами почечных артерий до и после эндоваскулярных вмешательств // Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2011. Том 1, № 2. С. 53 – 59.

### **Список сокращений**

АГ – артериальная гипертония  
АД – артериальное давление  
АПФ – ангиотензин-превращающий фермент  
АТ1 – ангиотензин 1  
АТ2 – ангиотензин 2  
ВРГ – вазоренальная гипертензия  
ДИ – доверительный интервал  
ДС – дуплексное сканирование  
ДСА – дигитальная субтракционная ангиография  
ИС – индекс сопротивления  
КК – коэффициент контрастирования  
КТ – компьютерная томография  
ЛСК – линейная скорость кровотока  
МРТ – магнитно-резонансная томография  
ПА – почечная артерия  
РВД – рентгеновидеоденситометрия  
РПК – резерв почечного кровотока  
УЗИ – ультразвуковое исследование  
ЦДК – цветное доплеровское картирование

