

**ГОРБАТЕНКО ОЛЬГА АЛЕКСАНДРОВНА**

**ВОЗМОЖНОСТИ КОНТРАСТ – УСИЛЕННОГО  
УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В РАННЕЙ  
ДИАГНОСТИКЕ КЛИНИЧЕСКИ ЗНАЧИМОГО  
АНГИОНЕФРОСКЛЕРОЗА У БОЛЬНЫХ  
С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА**

3.1.25. Лучевая диагностика (медицинские науки)

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук, профессор

**БОРСУКОВ Алексей Васильевич**

**Официальные оппоненты:**

**БАГНЕНКО Сергей Сергеевич** – доктор медицинских наук, доцент, федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, научное отделение диагностической и интервенционной радиологии, заместитель директора, заведующий отделением

**МИТИНА Лариса Анатольевна** – доктор медицинских наук, федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Московский научно - исследовательский онкологический институт имени П.А. Герцена, отделение ультразвуковой диагностики, ведущий научный сотрудник

**Ведущая организация:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится « 20 » декабря 2023 г. в 12.00 часов на заседании диссертационного совета 21.2.016.08 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации по адресу: 125006, г. Москва, ул. Долгоруковская, д.4, стр. 7 (помещение кафедры истории медицины)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Минздрава России (127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 10а) и на сайте: <https://dissov.msmsu-portal.ru>

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета 21.2.016.08,  
кандидат медицинских наук, доцент

**ХОХЛОВА Татьяна Юрьевна**

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность темы исследования**

Традиционно диагностика патологии почек начиналась с ультразвукового исследования в В-режиме и режимах доплерографии. Возможность применения контрастного вещества в ультразвуковой диагностике позволяет проводить уточняющие исследования почек без лучевой нагрузки и с чрезвычайно низкими рисками развития побочных реакций [Sidhu P.S., 2017, Christoph F., 2020, Белова А.Н., 2016].

Эхоконтрастный препарат состоит из биологически инертных микропузырьков, размеры которых меньше эритроцита, что является достаточным для оценки микроциркуляторного русла без рисков эмболизации. В настоящее время идет тенденция к увеличению числа заболевания сахарным диабетом (СД) и остается острой проблемой здравоохранения не только на территории Российской Федерации, но и во всем мире [International Diabetes Federation, 2021, Дубинина И.И., 2015]. Диабетическая болезнь почек (ДБП) является одной из основных причин развития хронической болезни почек (ХБП) [Дедов И. И., 2021, Шестакова А. Ю., 2021, Баграй А. Э., 2022,]. В отличие от КТ и МРТ КУУЗИ не является нефротоксичным, что позволяет его использовать у пациентов со сниженной функцией почек, в том числе, для многократного динамического мониторинга [Борсуков А.В., 2021; Сенча А.Н. с соавт., 2015, 2021]. Это является актуальным для пациентов с СД 2 типа, поскольку по мере прогрессирования заболевания, важно оценить доклинические признаки развития диабетического ангионепфросклероза, а именно, интратенальный кровоток [Klinger C., 2019, Dong Y., 2016]. Использование КУУЗИ в комплексном диагностическом алгоритме диабетической болезни почек позволяет выявить доклинические изменения диабетического ангионепфросклероза [Wang L., 2015, Weskott H-P., 2014;]. Таким образом, КУУЗИ является надёжные и безопасным методом диагностики патологии почек, позволяющий прогнозировать клиническое течение основного заболевания.

### **Степень разработанности темы диссертации**

В результате увеличения тяжести диабетической болезни почек происходит поочередное вовлечение структур почек: клубочков, канальцев, интерстициального компонента [Устинова Е.Е., 2020, Thipsawat S., 2021]. Данные процессы способствуют повышению проницаемости структуры базальной мембраны для альбуминов, тем самым запуская процесс скопления альбуминов в мезангиуме, что приводит к развитию тубулоинтерстициального фиброза [Qi F, Dongwei L. et al., 2020, Береснева С.В., 2022]. В процессе прогрессирования патологических изменений гистоархитектоники, вовлекаются интратенальные сосуды почек [Das U., 2012]. Одним из важнейших этапов диагностики диабетической болезни почек является

оценка перфузии почек для определения степени поражения, а также формирования дальнейшего прогнозирования течения диабетического ангионейрофиброза [Thipsawat S., 2021, Olamoyegun M., 2015, Дедов И. И., 2021]. Золотым стандартом в диагностике диабетической болезни почек – это биопсия почки, однако данный метод является инвазивным с возможными рисками развития осложнений, поэтому повторное выполнение для динамического мониторинга практически невозможно [García-Martín F. et al., 2019, Lee C.U. et al., 2012, Борсуков А. В., 2022, Tondel C., Vikse V. E. et al., 2012]. Усиливается роль КУУЗИ в паренхиматозной микроваскуляризации почек. Метод основан на введении ультразвукового контрастного вещества, которое изменяет акустические свойства крови [Drudi F. M., Cantisani V. et al., 2020]. Значимым преимуществом данного метода является отсутствие развития осложнений, в частности, постконтрастного острого повреждения почек (ПК-ОПП) [European Society of Urogenital Radiology. Guidelines 10.0, 2021]. С учетом недостаточности данных по КУУЗИ в ранней диагностике клинически значимого ангионейрофиброза у пациентов с СД 2 типа [Van B.H., 2021, Ma F., 2012], определилась цель исследования.

**Цель исследования:** Повышение диагностической и прогностической ценности ультразвукового исследования с применением эхоконтраста в ранней диагностике клинически значимого ангионейрофиброза у больных с сахарным диабетом 2 типа.

**Задачи исследования:**

1. Оценка информативности качественных и количественных показателей контраст-усиленного ультразвукового исследования почек у пациентов с сахарным диабетом 2 типа.
2. Выявление корреляции между показателями контраст-усиленного ультразвукового исследования почек и клинико-лабораторными данными у пациентов с сахарным диабетом 2 типа.
3. Оценка диагностической эффективности методики контраст-усиленного ультразвукового исследования почек у пациентов с диабетическим ангионейрофиброзом на различных стадиях.
4. Расчёт показателей контраст-усиленного ультразвукового исследования почек для диагностики диабетического ангионейрофиброза различного клинического течения.
5. Усовершенствование алгоритма клинико-лабораторно-инструментальной диагностики раннего выявления ангионейрофиброза у пациентов с сахарным диабетом 2 типа по данным контраст-усиленного ультразвукового исследования почек.

### **Научная новизна исследования**

Впервые по данным контраст-усиленного ультразвукового исследования изучены изменения почечной паренхимы у пациентов с сахарным диабетом 2 типа как без осложнений, так и на фоне диабетического ангиофросклероза.

Проведена комплексная оценка эффективности контраст-усиленного ультразвукового исследования в выявлении и прогнозе диабетического ангиофросклероза, а также нарушений кровоснабжения почек при сахарном диабете 2 типа.

Впервые была установлена корреляция полученных данных с результатами лабораторных и инструментальных методов исследования, где показало высокую диагностическую точность метода визуализации в выявлении диабетического ангиофросклероза (RU 2772333C1).

Разработаны методики проведения КУУЗИ почек для своевременного выявления нарушений со стороны паренхимы почек (патент RU 2744825C1).

Уточнены и систематизированы показания к применению ультразвукового исследования с применением контрастного усиления в зависимости от тяжести заболевания почек, наличия сопутствующей патологии (RU2785498C1).

Создан усовершенствованный алгоритм комплексного обследования пациентов данной категории, на основе изучения микроциркуляции методом контраст-усиленного ультразвукового исследования с учетом клинико-лабораторных показателей у пациентов с сахарным диабетом 2 типа.

### **Теоретическая и практическая значимость исследования**

Определены показатели к использованию неионизирующей методики с целью выявления паренхиматозных изменений почек у пациентов с сахарным диабетом 2 типа.

Создан, логически обоснован и внедрен в клиническую практику метод комплексного обследования пациентов с ранними осложнениями клинически значимого ангиофросклероза на фоне сахарного диабета 2 типа с оценкой стадии и прогноза хронической болезни почек.

Включение контраст-усиленного ультразвукового исследования в предложенный диагностический алгоритм позволяет предупредить переход паренхиматозных и сосудистых осложнений со стороны почек в хроническую болезнь почек и может быть рекомендован к внедрению в клиническую практику.

### **Методология и методы исследования**

Выполнение диссертационного исследования проводилось в 3 этапа. На 1 этапе был проведен анализ отечественной и зарубежной литературы по теме диссертационной работы. Было исследовано 270 источников литературы, из которых 137 – зарубежных, 133 – отечественных.

Далее проводилось обследование 118 пациентов с сахарным диабетом 2 типа по стандартному алгоритму обследования в период с 2019 по 2023 год (физикальные, лабораторный и инструментальные, включая новый метод – контраст-усиленное ультразвуковое исследование почек). Оценивались эффективность применяемых методов исследования в ранней диагностике ангионепрофилоза у пациентов с сахарным диабетом 2 типа. Проводилась оценка качественных и количественных параметров КУУЗИ почек в кортикальную и кортико-медулярную фазы. Была выделена контрольная группа – 48 человек без патологии почек с целью определения параметров КУУЗИ в норме.

Завершающим этапом научной диссертационной работы было проведение статистического анализа полученных данных, результатов лабораторного исследования пациентов, биопсии, данных контраст-усиленного ультразвукового исследования почек.

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

1. Контраст-усиленное ультразвуковое исследование почек позволяет оценить степень выраженности ангионепрофилоза у больных с сахарным диабетом 2 типа на основании качественных и количественных показателей в сочетании с имеющимися методами диагностики сахарного диабета 2 типа.

2. Контраст-усиленное ультразвуковое исследование почек на основании количественных показателей применимо для прогнозирования развития хронической болезни почек у пациентов с сахарным диабетом 2 типа.

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

Диссертационная работа выполнена в соответствии с научно – исследовательской программой проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России по проблеме современных методов диагностики патологии почек (№ государственной регистрации АААА-А21-121012290077-8). Тема диссертационной работы утверждена на заседании ученого совета ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России (протокол № 8 от 17 ноября 2020 г.). Работа была одобрена межвузовским этическим комитетом ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России (протокол № 8 от 17 ноября 2020 г.), а также проведена в соответствии с:

- Этическими нормами Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации;
- Этическими принципами проведения научных исследований с участием человека (с учетом поправок от 2013 г.) и «Правилами клинической практики РФ», утвержденных Приказом Минздрава РФ № 266 от 19.06.2003 г.

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

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 3.1.25. Лучевая диагностика (медицинские науки).

### **Личный вклад автора**

Диссертантом лично была структурирована диссертационная работа с последующим формированием цели, задач и этапов исследования. Проведен детальный анализ отечественной и зарубежной литературы по изучаемой теме. Самостоятельно были проанализированы клинико-лабораторные исследования, проведено мультипараметрическое ультразвуковое исследование почек с включением доплерографии сосудов почек, КУУЗИ почек 166 пациентов (основная группа (n=118), контрольная группа (n=48)), а также чрескожной биопсии почки – 12 пациентам. На основе проделанной работы автором подготовлен текст диссертации, выполнены анализ и статистическая обработка с изложением результатов, формированием выводов и практических рекомендаций, в том числе, с представлением данного материала на конференциях и в публикациях.

### **Степень достоверности результатов исследования**

Достоверность диссертационной работы подтверждена оптимальной выборкой пациентов, которым был проведен комплекс современных методов исследования, в частности, КУУЗИ почек – 118 человек. По итогам работы проводился статистический анализ полученных результатов исследования методами описательной статистики и сравнения выборок с использованием параметрических и непараметрических критериев. Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакетов статистического анализа Statistica 12.0 (StatSoft Inc.) и MedCalc. Оценка диагностической точности качественных и количественных параметров контраст-усиленного ультразвукового исследования почек проводилась с использованием ROC – анализа. Все этапы диагностического алгоритма проведены на сертифицированном оборудовании.

### **Обсуждение основных положений диссертационной работы**

Основные положения диссертационной работы, его результаты были доложены и обсуждены на Международном конгрессе «Невский радиологический форум» (Санкт-Петербург, 2020, 2021, 2022, 2023), IV Республиканской научно-практической дистанционной Интернет-конференции «Современные проблемы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и лучевой терапии» (Беларусь, Гродно, 2020, 2021), IX Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых с международным участием «Актуальные проблемы науки XXI века» (Смоленск, 2021), Международном научно-практическом семинаре "Инновационные технологии ультразвуковой диагностики в медицине" (Ташкент, Узбекистан, 2021), научно-практической конференции «Современные технологии инструментальной диагностики» ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского» (Москва, 2021), XVIII Международной Бурденовской научной конференции (Воронеж, 2022), вебинаре СПРО «Новые технологии в ультразвуковой диагностике: к вопросу о персонализированной медицине» (Санкт-Петербург, 2023).

### **Внедрение результатов исследования**

Результаты данного исследования апробированы и внедрены в работу проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, а также отделения функциональной диагностики ОГБУЗ «Клинической больницы №1» г. Смоленска; в учебный процесс кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом ДПО ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России.

### **Публикации по теме диссертации**

По теме научной (диссертационной) работы опубликовано 19 печатных работ (полнотекстовых статей – 11, тезисов – 8), из которых 9 статей в журналах, включенных в число изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки России для публикаций основных результатов диссертации, 3 патента на изобретение RU 2744825 Бюл. № 8 от 16.03.2021 г. – «Способ определения времени течения артериальной фазы эхоконтрастирования печени, почек и селезенки», RU 2772333 Бюл. №14 от 18.05.2021 г. – «Способ расчета динамической нефросцинтиграфии», RU 2785489 Бюл. №34 от 08.12.2022 г. – «Способ дифференциальной диагностики атеросклеротического и диабетического ангионеврозосклероза».



## Объем и структура диссертации

Диссертация представлена на 173 стандартных страницах машинописного набора; состоит из введения, трех глав, включая обзор литературных данных, материалов и методов, результатов, выводов, практических рекомендаций, списка литературы. Работа содержит 38 рисунков и 30 таблиц. В списке литературы имеет 270 источников, из которых 133 отечественных и 137 зарубежных.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ Материалы и методы исследования

С 2019 по 2023 гг. на базе ОГБУЗ «Клиническая больница №1» г. Смоленска (главный врач - С. Б. Крюковский) были обследованы 166 человек (118 человек – основная группа и 48 человек – контрольная группа). В соответствии с задачами исследования были сформированы следующие группы:

Основная клиническая группа (n=118): 118 человек с СД 2 типа различного клинического течения. Все пациенты были распределены по полу и возрасту (таблице 1).

Референтные методы: (n=118):

1. МСКТ почек с болюсным контрастированием (Омнипак, 350 мг йода/мл) на томографе Toshiba Aquilion 16 толщина среза 0,5 мм у 93 пациентов основной группы – 78,81%.
2. Динамическая нефросцинтиграфия (Пентатекс-Тх<sup>99m</sup>, 80 МБк) на аппарате PHILIPS у 25 пациентов основной группы – 21,19%

Была проведена чрескожная биопсия почки пациентов основной группы (n=12) – 10,16%.

Таблица 1

Клиническая характеристика пациентов основной группы (n=118)

| Группы  | Мужчины |      | Женщины |      | Всего |      | Средний возраст, лет |
|---|---------|------|---------|------|-------|------|----------------------|
|   | Абс.    | %    | Абс.    | %    | Абс.  | %    |                      |
| 1 группа<br>Пациенты с СД 2 типа без<br>диабетического ангионейрофиброза                                    | 22      | 18,6 | 17      | 14,4 | 39    | 33,1 | 59,69±12,38          |
| 2 группа<br>Пациенты с СД 2 типа диабетическим<br>ангионейрофиброзом в стадии<br>субкомпенсации             | 17      | 14,4 | 27      | 22,9 | 44    | 37,3 | 65,18±8,08           |
| 3 группа<br>Пациенты с СД 2 типа с выраженным<br>диабетическим ангионейрофиброзом<br>в стадии декомпенсации | 17      | 14,4 | 18      | 15,3 | 35    | 29,6 | 67,91±7,9            |
| Всего (n=118):  | 56      | 47,4 | 62      | 52,6 | 118   | 100  | 64±10,16             |

Примечание: p < 0,05

**Группа 1** – пациенты с СД 2 типа без диабетического ангиофросклероза с наличием (HbA1c <7%; нормоальбуминурия (менее 30 мг/сут), СКФ (90 и более мл/мин/1,73м<sup>3</sup>).

**Группа 2** - пациенты с СД 2 типа с диабетическим ангиофросклерозом в стадии субкомпенсации с наличием (HbA1c 7,1-7,5%; микроальбуминурии (30-300 мг/сут), СКФ (89-30 мл/мин/1,73м<sup>3</sup>).

**Группа 3** - пациенты с СД 2 типа с выраженным диабетическим ангиофросклерозом в стадии декомпенсации с наличием (HbA1c >7,5%; макроальбуминурии (более 300 мг/сут), СКФ (менее 30 мл/мин/1,73м<sup>3</sup>).

**Контрольная группа** – 48 пациентов с неизменным уровнем концентрации глюкозы в цельной капиллярной крови натощак <5,6 ммоль/л, не имеющие поражений почечной ткани по результатам клинических, лабораторных и инструментальных данных - 23 мужчины (47,91 %) и 25 женщин (52,09 %), средний возраст – 49,46±9,74 лет. Представлены различные нозологические формы заболевания у пациентов контрольной группы, такими как: хронический гастрит (35,6%), хронический панкреатит (14,8%), деформирующий остеоартроз (9,5%), хроническая астма (12,5%), хроническая обструктивная болезнь легких (11,2%), хронический некалькулезный холецистит (16,4%).

Всем пациентам, подписавшим добровольное согласие на исследование, был предложен единый диагностический алгоритм, который включал 8 этапов. Период наблюдения 4 года (2019–2023 гг.) с динамическим наблюдением через 3 мес. – 6 мес. – 9 мес. – 12 мес. – 24 мес. – 36 мес. – 48 мес.

**I этап.** Подписание добровольного информированного согласия перед началом исследования.

**II этап.** Сбор анамнеза жизни и жалоб пациентов. Физикальный осмотр больных с вычислением индекса массы тела (ИМТ), измерением артериального давления (АД).

**III этап.** Лабораторные исследования (общий анализ крови, гликированный гемоглобин, скорости клубочковой фильтрации (СКФ), креатинина, альбуминурия).

**IV-V этап.** Инструментальное обследование (Оценка DICOM файлов МСКТ почек с КУ и ДНС, которое проводилось до момента проведения настоящего исследования по клиническому назначению лечащего врача, но не позднее, чем 3 месяца до начала исследования).

**VI.** Мультипараметрическое ультразвуковое исследование обеих почек в В-режиме, режиме ЦДК с оценкой качественных параметров с использованием пятибальной шкалы М. Bertolotto и соавт. (2000), с последующим выбором наиболее измененной почки для проведения следующего этапа. В случае, если почки изменены одинаково, то выбиралась наиболее удобная для проведения КУУЗИ – правая почка.

**VII.** Контраст-усиленное ультразвуковое исследование правой почки с оценкой качественных и количественных параметров. Оценка количественных параметров (ТАО, ТТР, PI, AUC, AUC<sub>i</sub>, AUC<sub>o</sub>) производилась на основе построения кривых «интенсивность-время» в стандартизированных точках А1, А2, А3, А4, А5, В1, В2, В3 по ходу интратрениального кровотока (рис. 1). Качественные параметры оценивались: в кортикальную фазу - однородность контрастирования (однородное, неоднородное), симметричность накопления КВ (симметричное, асимметричное), деформация сосудистого рисунка; в кортико-медуллярную фазу - однородность выведения КВ (однородное, неоднородное), симметричность выведения КВ (симметрично, асимметрично), снижение общей интенсивности контрастирования задержка выведения КВ.

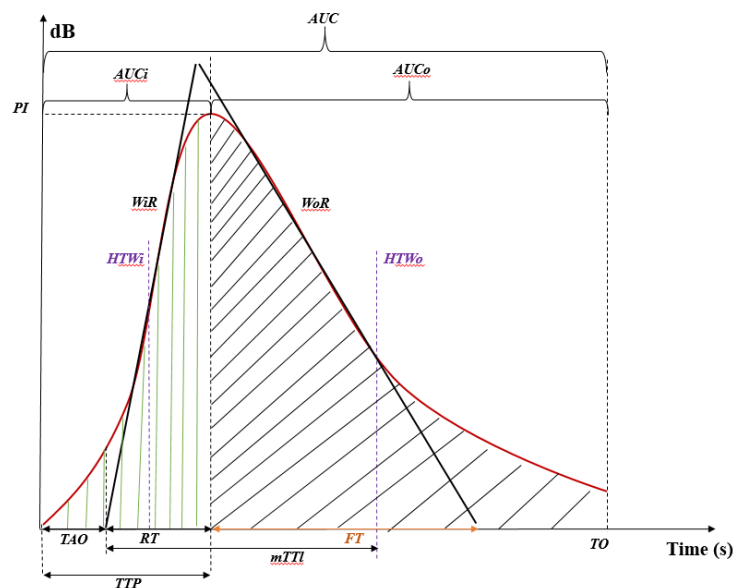


Рис. 1. Кривые накопления и выведения УЗКВ «интенсивность-время» с оценкой начала артериальной фазы (ТАО, сек), времени достижения максимальной интенсивности накопления контрастного препарата (ТТР, сек), максимальной интенсивности накопления контрастного препарата (PI, дБ), общей площади под кривой (AUC), площади под кривой накопления КВ (AUC<sub>i</sub>), площади под кривой выведения КВ (AUC<sub>o</sub>) (WFUMB, EFSUMB Guidelines and Recommendations for CEUS, 2020).

**VIII.** Проведение биопсии почки под УЗ-контролем. В связи с отсутствием жалоб и болевого синдрома на данную процедуру согласилось (n=12) 10,16% пациентов.

Перечень лучевых и ультразвуковых диагностических исследований, проведенных пациентов основной группы (n=118) и контрольной группы (n=48) представлены в таблице 2.

Таблица 2

Методы инструментальной диагностики основной группы (n=118) и контрольной группы (n=48) обследованных пациентов

| Вид исследования | Количество пациентов основной исследуемой | Количество пациентов контрольной исследуемой группы | Количество временных точек исследования |
|------------------|---|---|---|
|                  |   |   |   |

|  | группы  |         | №1      |         |   |
|--|---------|---------|---------|---------|---|
|  | абс., n | отн., % | абс., n | отн., % |   |
| УЗИ почек в В-режиме                                     | 118     | 100     | 48      | 100     | 8 |
| УЗИ почек в режиме ЦДК                                   | 118     | 100     | 48      | 100     | 8 |
| КУУЗИ правой почки                                       | 118     | 100     | 48      | 100     | 4 |
| МСКТ с КУ<br>(референтный метод №1)                      | 93      | 78,81   | 0       | 0       | 1 |
| Динамическая нефросцинтиграфия<br>(референтный метод №2) | 25      | 21,19   | 0       | 0       | 1 |
| Биопсия почки  | 12      | 10,16   | 0       | 0       | 1 |

### Статистическая обработка данных

Полученные данные диссертационной работы клиническо-лабораторных и инструментальных исследований были статистически обработаны с использованием пакетов статистического анализа Statistica 12.0 (StatSoft Inc.) и MedCalc. Оценка диагностической точности качественных и количественных параметров контраст-усиленного ультразвукового исследования почек проводилась с использованием ROC – анализа.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

Всем пациентам основной группы проводился динамический мониторинг лабораторных показателей таких как: скорость клубочковой фильтрации (СКФ), креатинина, альбуминурии, мочевой кислоты, общего белка (таб.3) (рис. 2).

Таблица 3

Динамика лабораторных показателей пациентов основной группы (n=118)

| Показатели б/х крови | группы            | 1 мес.         | 6 мес.         | 9 мес.         | 12 мес.        | 24 мес.        | 36 мес.        | 48 мес.        |
|----------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| рСКФ, мл/мин         | <b>1-я группа</b> | 126,15<br>±0,8 | 119,79<br>±1,5 | 138,87<br>±1,4 | 118,61<br>±1,2 | 119,84<br>±1,4 | 114,36<br>±1,1 | 113,25<br>±1,2 |
|                      | <b>2-я группа</b> | 88<br>±0,4     | 87,4<br>±1,0   | 83,43<br>±1,1  | 81,5<br>±0,8   | 77,97<br>±0,9  | 79,86<br>±0,8  | 76,56<br>±0,8  |
|                      | <b>3-я группа</b> | 27,28<br>±0,5  | 24,77<br>±0,5  | 21,26<br>±0,4  | 23,94<br>±0,02 | 19,9<br>±0,04  | 17,7<br>±0,2   | 16,7<br>±0,2   |
| Креатинин, мкмоль/л  | <b>1-я группа</b> | 92,02<br>±0,7  | 95,05<br>±0,9  | 96<br>±1,1     | 95,58<br>±1,2  | 103,9<br>±1,3  | 96,7<br>±1,3   | 94,7<br>±1,3   |
|                      | <b>2-я группа</b> | 116,68<br>±1,4 | 123,4<br>±0,5  | 124,9<br>±1,3  | 122,4<br>±1,2  | 128,6<br>±1,4  | 127,31<br>±1,1 | 125,37<br>±2,1 |
|                      | <b>3-я группа</b> | 666,8<br>±2,3  | 647,5<br>±1,5  | 681,4<br>±1,2  | 692,7<br>±0,9  | 703,5<br>±2,5  | 671,07<br>±2,2 | 682,03<br>±2,5 |
| МАУ, мг/сут          | <b>1-я группа</b> | 26,4<br>±1,5   | 25,1<br>±0,6   | 26,4<br>±0,4   | 29,1<br>±0,3   | 28,4<br>±0,8   | 36,2<br>±5,6   | 32,8<br>±4,1   |
|                      | <b>2-я группа</b> | 53,8           | 63,6           | 64,8           | 70,4           | 78,7           | 126,6          | 135,6          |

|  |                   |               |               |               |               |               |               |               |
|--|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|  | группа            | ±1,5          | ±0,3          | ±1,1          | ±0,6          | ±1,3          | ±0,3          | ±1,2          |
|  | <b>3-я группа</b> | 286,5±<br>0,6 | 304,8<br>±1,4 | 321,8<br>±0,9 | 337,4<br>±0,4 | 428,7<br>±0,6 | 431,4<br>±1,4 | 442,8<br>±1,9 |

В 1-й основной группе пациентов при динамическом наблюдении показатели СКФ через 48 месяцев снизились на 10,3% по сравнению с первой точкой исследования. У пациентов 2-й группы показатели существенно не отличались за все время активного наблюдения. У пациентов 3-й группы зарегистрировано снижение СКФ на 22,2%, что подтвердилось выраженными развивающимися изменениями гемодинамики исследуемых почек. При оценке МАУ в 1-й группе пациентов наблюдались единичные значения повышения показателя с тенденцией к отрицательной динамике через 48 месяцев наблюдения. В свою очередь определялась тенденция к уменьшению во время всего исследования уровня альбуминов. Изменение лабораторных показателей биохимического анализа крови в динамике через 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48 месяцев у пациентов 1-й, 2-й и 3-й основной исследуемой группы представлены на рисунке 2 А, Б, В.

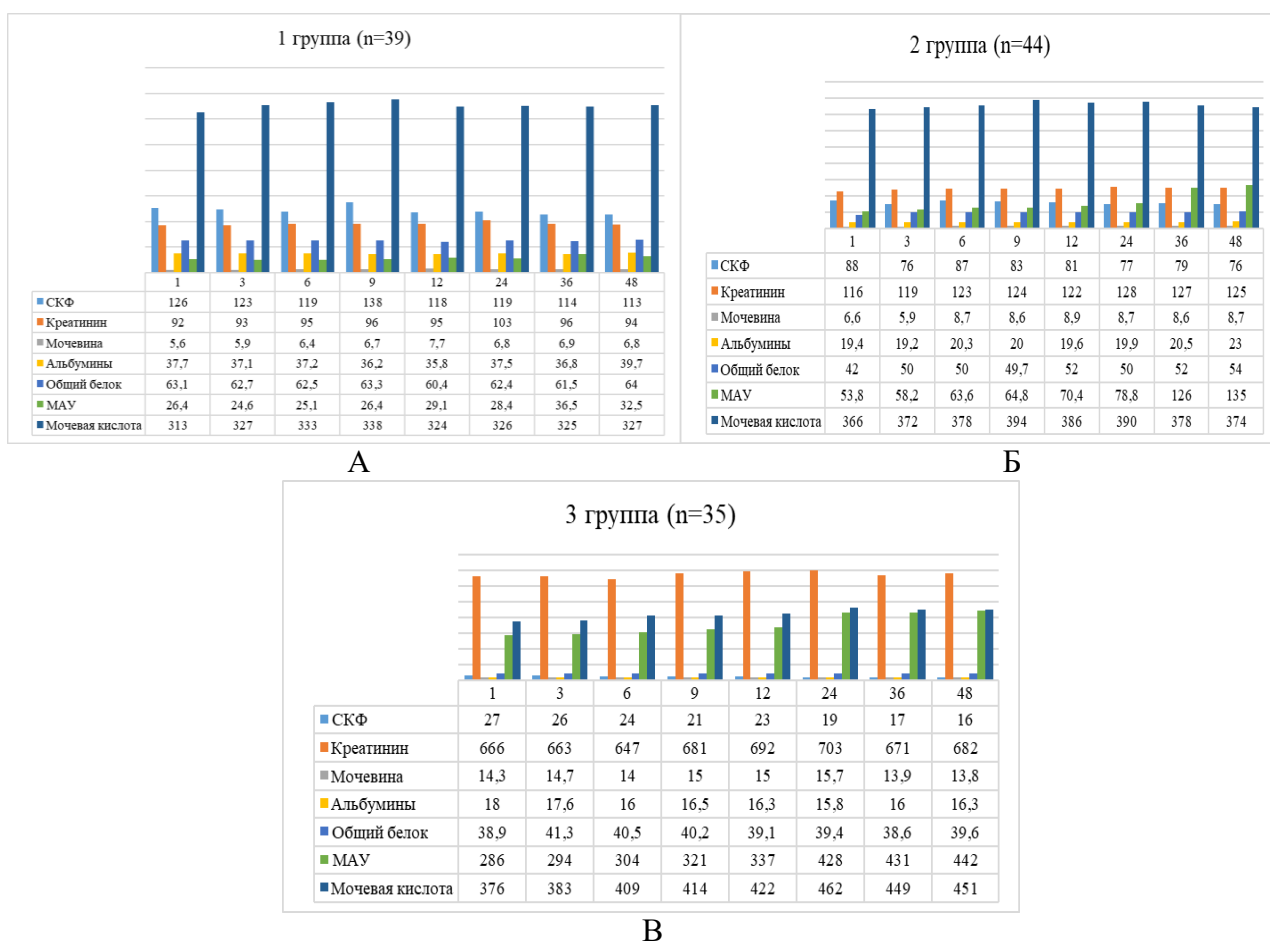


Рис. 2. Изменение лабораторных показателей биохимического анализа крови в динамике через 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48 месяцев у пациентов 1-й, 2-й и 3-й основных исследуемых групп.

Следующим этапом диагностического алгоритма была оценка размеров и структуры обеих почек в В-режиме. Результаты интратрениального кровотока интерпретировались у пациентов основной исследуемой группы при помощи шкалы М. Bertolotto. По результатам исследования обеих почек в В-режиме и режиме ЦДК выбиралась наиболее измененная почка для дальнейшего проведения КУУЗИ. Если структура почек была одинакова, то КУУЗИ проводилось на правой почке, поскольку она является более удобной для визуализации.

Далее проводилась оценка результатов ДНС у пациентов основной группы. Показателям 1-й группы было присуще отклонение от нормативных показателей. Во 2-й группе показатели  $T_{\max}$  и  $T_{1/2}$  увеличились по сравнению с 1-й группой и группой контроля. В 3-й группе данные показатели  $T_{\max}$  и  $T_{1/2}$  критически возросли по сравнению с 1-й и 2-й основными группами.

### Результаты контраст-усиленного ультразвукового исследования почек

Всем пациентам с сахарным диабетом 2 типа ( $n=118$ ) и пациентам контрольной группы ( $n=48$ ) было проведено КУУЗИ правой почки с введением 1,0 мл КВ SonoVue (Bracco Suisse S.A., Italy) с последующим анализом всех фаз (кортикальная и кортико-медуллярная) и параметров (качественные и количественные) контрастирования. После проведения качественного анализа КУУЗИ правой почки проводился анализ кривых «интенсивность-время» для оценки количественных параметров контрастирования у пациентов контрольной группы ( $n=48$ ) по стандартизированной методике. Далее был проведен корреляционный анализ между количественными показателями и результативностью диагностики КУУЗИ и ДНС (табл. 4)

Таблица 4

Корреляция между определением количественного показателя и результативностью диагностики КУУЗИ и ДНС

|      |                           | Значения      |
|------|---------------------------|---------------|
| ТАО  | <b>Корреляция Пирсона</b> | <b>0,811*</b> |
|      | Знач. (двухсторонняя)     | 0,033         |
| ТТР  | Корреляция Пирсона        | <b>0,819</b>  |
|      | Знач. (двухсторонняя)     | 0,314         |
| RT   | Корреляция Пирсона        | 0,573         |
|      | Знач. (двухсторонняя)     | 0,163         |
| FT   | Корреляция Пирсона        | 0,357         |
|      | Знач. (двухсторонняя)     | 0,274         |
| mTPI | Корреляция Пирсона        | 0,482         |
|      | Знач. (двухсторонняя)     | 0,114         |
| HTWi | Корреляция Пирсона        | 0,511*        |
|      | Знач. (двухсторонняя)     | 0,033         |
| PI   | <b>Корреляция Пирсона</b> | <b>0,819</b>  |
|      | Знач. (двухсторонняя)     | 0,714         |

|      |                           |               |
|------|---------------------------|---------------|
| HTWo | Корреляция Пирсона        | 0,539         |
|      | Знач. (двухсторонняя)     | 0,163         |
| AUCi | <b>Корреляция Пирсона</b> | <b>0,957</b>  |
|      | Знач. (двухсторонняя)     | 0,274         |
| AUCo | <b>Корреляция Пирсона</b> | <b>0,982</b>  |
|      | Знач. (двухсторонняя)     | 0,114         |
| AUC  | <b>Корреляция Пирсона</b> | <b>0,911*</b> |
|      | Знач. (двухсторонняя)     | 0,033         |

В результате полученных качественных и количественных результатов КУУЗИ было выявлено, что пациенты 2-й и 3-й групп достигают PI быстрее, чем пациенты 1-й основной и контрольной групп. Наиболее лабильными оказались такие количественные показатели, как время достижения максимальной интенсивности КВ (ТАО). Наибольшей точностью отмечена площадь под кривой накопления КВ (AUCi), площадь под кривой выведения КВ (AUCo), общая площадь под кривой (AUC). Показатели AUC и AUCo в контрольной группе значимо не отличались. AUCo значительно увеличен у пациентов 1-й группы по сравнению со 2-й и 3-й группами, следовательно, он мог являться главным показателем, определяющим развитие хронической болезни почек. В зависимости от степени поражения коркового вещества почки было установлено, что наибольшие изменения количественных и качественных параметров КУУЗИ были выявлены на стадии клинической нефропатии и терминальной стадией ХБП. У пациентов со стадией III (начинающаяся нефропатия) наблюдались более выраженные данные, чем у пациентов контрольной группы, без патологии почек или пациентов доклинической стадией (I-II стадия) – рис.3.

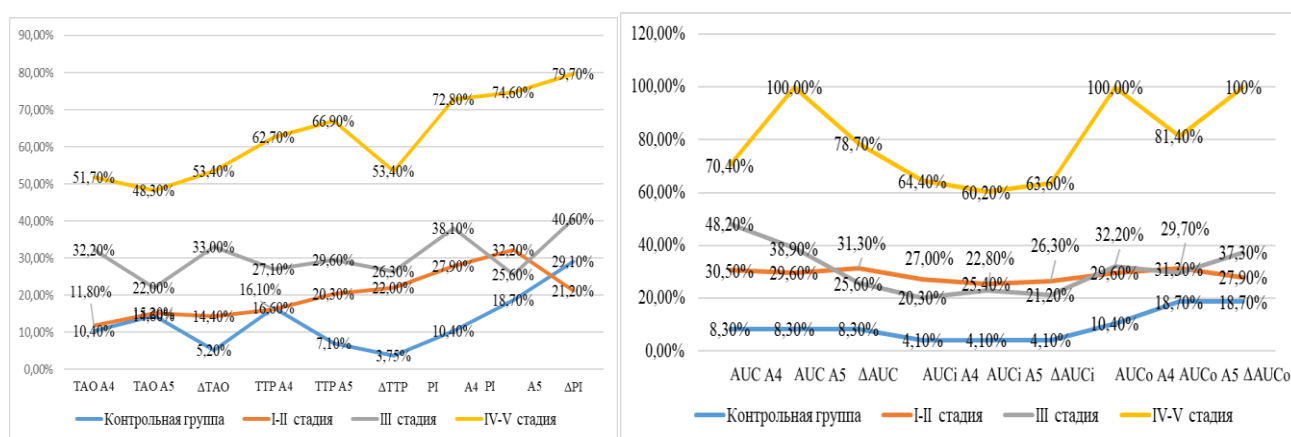


Рис. 3. Изменения количественных параметров КУУЗИ в зависимости от классификации диабетической нефропатии (Mogensen, 1983).

По данным количественных параметров КУУЗИ были определены значения для прогнозирования дальнейшей клинической картины заболевания (табл. 5).

Прогноз развития ХБП по количественным данным КУУЗИ

| <i>Количественные параметры<br/>КУУЗИ</i> | <i>Благоприятный прогноз</i> | <i>Неблагоприятный прогноз</i> |
|---|------------------------------|--------------------------------|
| $\Delta TAO$                              | <10                          | >10                            |
| $\Delta TTP$ , сек                        | >15                          | <15                            |
| $\Delta PI$ , дБ                          | >80                          | <80                            |
| $\Delta AUC_i$ , дБ/сек                   | >1500                        | <1500                          |
| $\Delta AUC_o$ , дБ/сек                   | >1700                        | <1700                          |
| $\Delta AUC$ , дБ/сек                     | >3500                        | <3500                          |

Высоким прогностическим признаком при анализе количественных параметров КУУЗИ являлись показатели разницы параметров  $\Delta PI$ ,  $\Delta AUC$ ,  $\Delta AUC_i$ ,  $\Delta AUC_o$  субкапсулярных отделов (точка А5) и срединных отделов (точка А4) коркового слоя почки. Данный факт объяснялся изменчивостью почечного кровотока персонализировано у каждого больного. Данная причина была одним из главных факторов в диагностике диабетической и хронической болезней почек по данным количественных показателей КУУЗИ. Поскольку течение СД 2 типа не всегда сопровождалось выраженными клиническими формами, прогностическая ценность КУУЗИ заключалась в выявлении нарушений микрокровоотока коркового слоя почки, что помогло вовремя скорректировать план терапевтического лечения, а также отсрочить развитие ХБП. Так, при оценке разницы количественного параметра  $\Delta AUC$  КУУЗИ – площадь выведения контрастного вещества под кривой «интенсивность-время» в точках А4 и А5 для диагностики оценки перфузии коркового слоя почки по данным ROC - анализа были получены результаты, соответствующие отличному качеству прогностической модели: в 1 день исследования  $AUC = 0,9166$ , через 6 месяцев  $AUC = 0,9173$ , через 12 месяцев  $AUC = 0,9201$ , через 24 месяца  $AUC = 0,9388$ , через 48 месяцев  $AUC = 0,9592$  и был выделен оптимальный порог отсечения перехода фиброза в цирроз равный 1385 дБ/сек (рис. 4).



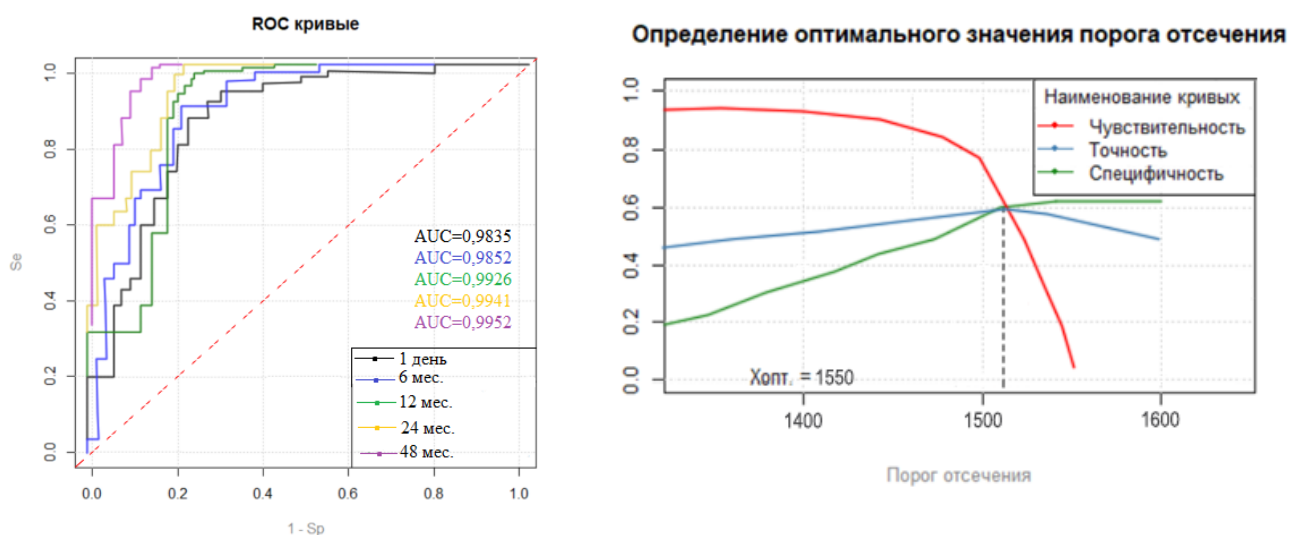


Рис. 4. Динамика качества диагностического прогноза для  $\Delta AUC$  в зависимости от площади под ROC-кривой и определения оптимального порога отсеечения.

Был проведен сравнительный анализ эффективности таких диагностических методов как МСКТ, ДНС, биопсии, мультипараметрического УЗИ, контраст-усиленного ультразвукового исследования. При определении достоверности различий получены следующие доверительные интервалы (табл.7).

Таблица 7

Результаты диагностической эффективности диагностических методик в диагностике ангиофросклероза

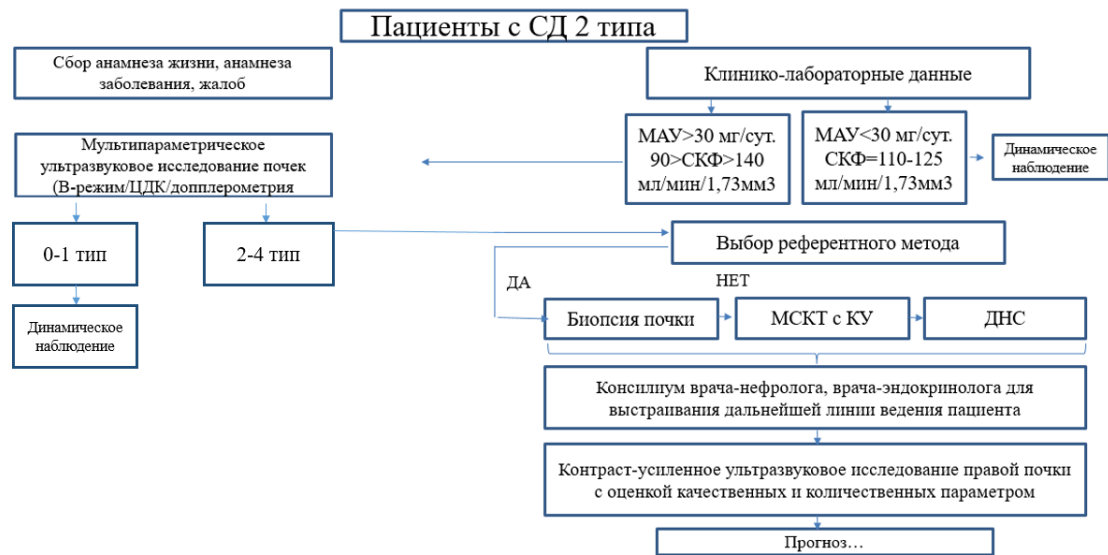
| Группы | Ангиофросклероз (n=118) |                   |                   |
|--------|-------------------------|-------------------|-------------------|
|        | Чувствительность (%)    | Специфичность (%) | Точность (%)      |
| МСКТ   | 91,86 (82,4-95,3)       | 86,28 (81,2-91,5) | 88,55 (81,2-89,9) |
| ДНС    | 84,29 (75,7-87,5)       | 66,69 (62,1-69,9) | 75,82 (71,4-79,6) |
| УЗИ    | 71,49 (67,4-76,9)       | 31,42 (14,4-44,7) | 52,35 (43,8-55,8) |
| ЦДК    | 78,76 (73,6-82,3)       | 33,84 (15,8-49,6) | 54,71 (46,2-62,4) |
| КУУЗИ  | 90,28 (81,4-93,5)       | 84,51 (80,3-90,3) | 87,84 (83,9-89,1) |

*Примечание:* в скобках показаны 95%-ые доверительные интервалы по методу Уилсона.

В процессе работы были установлены пороговые значения количественных параметров КУУЗИ, указывающие на степень развития диабетической болезни почек с возможным переходом в хроническую болезнь почек. Оценка проведения и анализа количественных параметров КУУЗИ почек заключалась в изменении параметров в процессе статистической обработки количественных параметров КУУЗИ в 8 точках (А1, А2, А3, А4, А5 – по ходу артериального русла и В1, В2, В3 – по ходу венозного русла) была доказана статистическая значимость результативности данных в точках А4 и А5. В результате определения разницы ( $\Delta$ ) показателей делались выводы о наличии или отсутствии патологического процесса в исследуемом органе. При проведении количественного анализа наблюдалось увеличение  $\Delta AUC_i$ ,  $\Delta TAO$ ,  $\Delta TTP$ ,  $\Delta AUC$ ,  $\Delta AUC_o$ ,  $\Delta AUC_i$  у пациентов 1-й группы. Во 2-й группе

наблюдалось снижение показателей  $\Delta AUC$ ,  $\Delta AUC_o$ ,  $\Delta AUC_i$ , что указывало на снижение почечной перфузии. Согласно нашим результатам уровень  $AUC_o$  у пациентов с СД 2 типа 1-й группы был значительно выше, чем у пациентов с диабетической болезнью почек 2-й группы и 3-й группы ( $p < 0,05$ ). Наблюдалась четкая тенденция к снижению показателей  $\Delta PI$  во 2-3 группах ( $p < 0,05$ ). Эти результаты показали, что  $\Delta AUC_o$  может быть чувствительным маркером и способен отличить пациентов от пациентов в стадии суб- и декомпенсации. Количественные параметры КУУЗИ позволили прогнозировать клиническое течение диабетического ангионейрофиброза и ХБП. В результате нашей работы было выявлено, что пациенты 2-й и 3-й групп достигают  $\Delta PI$  быстрее, чем пациенты 1-й и контрольной групп. Наибольшей точностью прогнозирования являются параметры  $\Delta AUC_i$ ,  $\Delta AUC_o$ ,  $\Delta AUC$  и  $\Delta PI$ . В зависимости от степени поражения коркового слоя почки было установлено, что наибольшие изменения количественных и качественных параметров КУУЗИ наблюдались у пациентов с СД 2 типа с выраженным диабетическим ангионейрофиброзом в стадии декомпенсации.

Был усовершенствован диагностический алгоритм для пациентов с диабетической болезнью почек, включающий в себя оценку качественных и количественных параметров КУУЗИ почки для неинвазивной диагностики состояния органа на ранних стадиях развития патологического процесса с выделением факторов неблагоприятного прогноза (рис.5 А, Б).



А

| Благоприятный прогноз |       | Сомнительный прогноз |           | Неблагоприятный прогноз |       |
|-----------------------|-------|----------------------|-----------|-------------------------|-------|
| ТАО – А4, сек         | 8-12  | ТАО – А4, сек        | 12-17     | ТАО – А4, сек           | >17   |
| ТАО – А5, сек         | 9-14  | ТАО – А5, сек        | 14-19     | ТАО – А5, сек           | >19   |
| ТТР – А4, сек         | >20   | ТТР – А4, сек        | 20-15     | ТТР – А4, сек           | <15   |
| ТТР – А5, сек         | >20   | ТТР – А5, сек        | 19-13     | ТТР – А5, сек           | <13   |
| PI – А4, дБ           | >80   | PI – А4, дБ          | 80-60     | PI – А4, дБ             | <60   |
| PI – А5, дБ           | >70   | PI – А5, дБ          | 80-70     | PI – А5, дБ             | <70   |
| AUCi – А4, дБ/сек     | >1700 | AUCi – А4, дБ/сек    | 1700-1500 | AUCi – А4, дБ/сек       | <1500 |
| AUCi – А5, дБ/сек     | >1750 | AUCi – А5, дБ/сек    | 1750-1400 | AUCi – А5, дБ/сек       | <1400 |
| AUCo – А4, дБ/сек     | >4500 | AUCo – А4, дБ/сек    | 1700-1500 | AUCo – А4, дБ/сек       | <1500 |
| AUCo – А5, дБ/сек     | >4550 | AUCo – А5, дБ/сек    | 1750-1500 | AUCo – А5, дБ/сек       | <1500 |
| AUC – А4, дБ/сек      | >6000 | AUC – А4, дБ/сек     | 6000-3500 | AUC – А4, дБ/сек        | <3500 |
| AUC – А5, дБ/сек      | >6050 | AUC – А5, дБ/сек     | 6000-3700 | AUC – А5, дБ/сек        | <3700 |

**Врачебный консилиум по результатам клиничко-лабораторного и инструментального обследования, стратегия дальнейшего лечения**

(Клинические рекомендации Сахарный диабет 2 типа у взрослых (2022 год: Стандарт специализированной медицинской помощи при хронической болезни почек 5 стадии в преддиализном периоде, при госпитализации с целью подготовки к заместительной почечной терапии №1268н от 20.12.2012)

## Б

Рис. 5.А. Усовершенствованный мультимодальный диагностический алгоритм обследования пациентов с СД 2 типа; 5. Б – прогностические значения количественных показателей КУУЗИ.

## ВЫВОДЫ

1. Выявлены показатели порогов отсечения ( $r=0,94$ ) количественных параметров КУУЗИ правой почки, которые указывают на неблагоприятное течение клинического процесса основного клинического заболевания, проявляющиеся в виде уменьшения максимальной интенсивности накопления контрастного средства (76,3 дБ), увеличения площади под кривой «интенсивность-время» выведения контрастного средства ( $\Delta AUCo - 1550$  дБ/сек), а также увеличения площади под кривой «интенсивность-время» накопления и выведения контрастного средства ( $\Delta AUC - 1385$  дБ/сек)
2. По результатам корреляционного анализа выявлена высокая корреляционная связь между количественными показателями КУУЗИ (PI, AUCo, AUC) и клиничко-лабораторными данными (рСКФ, микроальбуминурия, креатинин); в 1-й группе  $r$  до 0,739, во 2-й группе  $r$  до 0,692, в 3-й группе  $r$  до 0,794)
3. Получена оценка эффективности контраст-усиленного ультразвукового исследования с определением прогностического значения клинического мониторингирования процесса заболевания в виде разницы количественных показателей в точках А4 (по ходу дуговых артерий) и А5 (по ходу междольковых артерий): неблагоприятный прогноз при  $\Delta TOA > 10$  сек,  $\Delta TTP < 15$  сек,  $\Delta PI < 80$  дБ,  $\Delta AUC < 3500$  дБ/сек,  $\Delta AUCi < 1500$  дБ/сек,  $\Delta AUCo < 1700$  дБ/сек.
4. Разработан расчет показателей контраст-усиленного ультразвукового исследования почек для диагностики диабетического ангионейрофросклероза различного клинического течения: начальные изменения ( $\Delta AUC 6010,5$  (5095,6;6101,5),  $\Delta AUCo 4258,1$  (4226,4;4281,5),  $\Delta AUCi 1675,4$  (1514,8;1693,5), субкомпенсированная нефропатия ( $\Delta AUC 5255$  (4955; 5960),  $\Delta AUCo 1665$

(1338,5; 1653,8),  $\Delta AUC_i$  1599 (1584,8;1621), терминальная нефропатия ( $\Delta AUC$  3835,6 (3821,4;3957,3),  $\Delta AUC_o$  1955,5 (1942,6;1975,8),  $\Delta AUC_i$  1620,7 (1593,5;1655,8)

5. Разработано усовершенствование диагностического алгоритма обследования больных с СД 2 типа с различным клиническим течением на основе полученных параметров КУУЗИ правой почки с возможностью прогнозирования неблагоприятного течения заболевания и коррекцией медикаментозного лечения согласно Клиническим Общероссийским рекомендациям по лечению и диагностики сахарного диабета.

### ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Методика стандартизированного подхода построения кривых заключается в целенаправленном алгоритме контраст-усиленного ультразвукового исследования в определенных в 2-х точках по ходу - артериального русла (A4) – в срединном сегменте проекции aa. interlobulares; (A5) – в срединном сегменте проекции aa. arcuatae, с последующим вычислением среднего значения ( $\Delta$ ) (RU 2744825 от 16.03.2021; RU 2785489 от 08.12.2022.).
2. Определение времени течения артериальной фазы эхоконтрастирования печени, почек и селезенки следует проводиться по методике RU 2744825.
3. Способ дифференциальной диагностики атеросклеротического и диабетического ангионевросклероза может использоваться по методике RU 2785489.

### СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Борсуков, А. В. Возможности совместного использования высокочастотного ультразвукового исследования кожи и контраст-усиленного ультразвукового исследования почек в диагностике хронической болезни почек / А. В. Борсуков, О. А. Горбатенко, Д. Ю. Венидиктова [и др.] // **Врач.** – 2022. – Т. 33. – № 7. – С. 29-32.
2. Борсуков, А. В. Возможности применения контраст-усиленного ультразвукового исследования в формировании протокола виртуальной динамической нефросцинтиграфии у пациентов с сахарным диабетом II типа / А. В. Борсуков, О. А. Горбатенко // **Медицинский алфавит.** – 2022. – № 13. – С. 32-37.
3. Горбатенко, О. А. Мультимодальный подход в алгоритме инструментального обследования больных с метаболическим синдромом и сахарным диабетом II типа / О. А. Горбатенко, Д. Ю. Венидиктова, А. В. Борсуков // **Медицинский алфавит.** – 2022. – № 18. – С. 35-40.
4. Борсуков, А. В. Стандартизация методики контраст-усиленного ультразвукового исследования почек у пациентов с сахарным диабетом 2 типа / А. В. Борсуков, О. А. Горбатенко // **Медицинская визуализация.** – 2021. – Т. 25. – № 3. – С. 50-65.

5. Борсуков, А. В. Усовершенствование методики контраст-усиленного ультразвукового исследования почек у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа / А. В. Борсуков, О. А. Горбатенко // **Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)**. – 2021. – Т. 6. – № 1. – С. 18-25.
6. Борсуков, А.В. Методика определения длительности артериальной фазы при контраст-усиленном ультразвуковом исследовании печени, почек и селезенки / А. В. Борсуков, О. А. Горбатенко, Д. Ю. Венидиктова [и др.] // **Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия**. – 2021. – Т. 4. – № 3. – С. 26-34.
7. Борсуков, А. В. Препарат для контрастно усиленного ультразвукового исследования: новое направление в ранней диагностике ангионеврофросклероза у пациентов с СД второго типа на фоне неалкогольной жировой болезни печени / А. В. Борсуков, О. А. Горбатенко, Д. Ю. Венидиктова, И. З. Пулатова // **Медицинский алфавит**. – 2020. – № 30. – С. 37-41.
8. Борсуков, А. В. Возможности дифференциальной диагностики диабетического и атеросклеротического ангионеврофросклероза на основе эхоконтрастирования почек и ультразвукового исследования магистральных сосудов шеи / А. В. Борсуков, О. А. Горбатенко // **Acta medica Eurasica**. – 2023. – № 1. – С. 19–30.
9. Борсуков А. В., Изменения почечной гемодинамики по данным контраст-усиленного ультразвукового исследования у больных СД 2 типа с различным клиническим течением / А. В. Борсуков, О. А. Горбатенко // **Регионарное кровообращение и микроциркуляция**. – 2023. –Т. 22. – № 1. – С. 24–33.
10. Gorbatenko O. Проведение контраст-усиленного ультразвукового исследования почек у пациентов с сахарным диабетом 2 типа с возможностью новой дозировки эхоконтрастного препарата // **East European Scientific Journal**. – 2020. – Т. 5. – №. 11 (63). – С. 25-32.
11. Borsukov, A.V. Contrast-enhanced ultrasound of kidneys in patients with type 2 diabetes and chronic pyelonephritis: a new dosage of the contrast-enhanced agent / Borsukov, A.V., Krukovskiy S.B., Gorbatenko O.A. [et. al.] // **Наука России: цели и задачи**. – 2021. - №2. – С. 112-116.
12. Горбатенко, О. А. Способ определения длительности артериальной фазы контрастирования при контраст-усиленном ультразвуковом исследовании почек у пациентов с ангионеврофросклерозом / О. А. Горбатенко, А. В. Борсуков // **Молодежь и медицинская наука : Тезисы IX Всероссийской межвузовской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, Тверь, 2022 год**. – Тверь: Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Тверская

государственная медицинская академия Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2022. – С. 11-12.

13. Борсуков, А. В. Комплексное ультразвуковое исследование в диагностике и мониторинге ангионеврофросклероза у пациентов многопрофильного стационара / А. В. Борсуков, О. А. Горбатенко, Т. С. Безменова [и др.] // Современные вопросы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и терапии : сборник материалов Республиканской научно-практической конференции с международным участием, Гродно, 24–25 сентября 2020 года / отв. ред. А. С. Александрович. – Гродно: Гродненский государственный медицинский университет, 2020. – С. 43-45.

14. Горбатенко, О. А. Подход к позиционированию фиксации точек при количественной оценке контраст-усиленного ультразвукового исследования почек / О. А. Горбатенко // Лучевая диагностика и терапия. – 2021. – № S1(12). – С. 169-170.

15. Горбатенко, О. А. Перспективы контраст-усиленного ультразвукового исследования в ранней диагностике ангионеврофросклероза у пациентов с СД 2 типа / О. А. Горбатенко, А. В. Борсуков // V Научно-практическая конференция с международным участием online «Лучевая диагностика» : сборник материалов V Научно-практической конференции с международным участием online «Лучевая диагностика – Смоленск 2021"Смоленск, 01 октября 2021 года / отв. ред. А. В. Борсуков. – Смоленск, 2021. – С. 52-53.

16. Горбатенко, О. А. Контраст-усиленное ультразвуковое исследование почек у пациентов с сахарным диабетом 2 типа: стандартизация неионизирующей методики / О. А. Горбатенко, А. В. Борсуков // Научно-практическая конференция с международным участием online лучевая диагностика: Смоленск - зима 2021 : сборник материалов Научно-практической конференции с международным участием online «Лучевая диагностика: Смоленск – зима 2021"Смоленск, 19 января 2021 года / отв. ред. Т. Г. Морозова – Смоленск, 2021. – С. 27-27.

17. Горбатенко, О. А. Возможности методики определения длительности течения артериальной фазы при проведении контраст-усиленного ультразвукового исследования у пациентов с СД 2 типа / О. А. Горбатенко // Лучевая диагностика и терапия. – 2022. – № S1(13). – С. 184-184.

18. Горбатенко, О. А. Оценка развития хронической почечной недостаточности у пациентов с сахарным диабетом 2 типа по данным контраст-усиленного ультразвукового исследования почек / О. А. Горбатенко, А. В. Борсуков // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. Приложение. – 2022. – Т. 32. – № 5 S60. – С. 60.

19. Горбатенко, О. А. Возможности диагностики течения ХБП по данным эхоконтрастирования почек у пациентов с СД 2 типа / О. А. Горбатенко, А. В. Борсуков // VI

Научно-практическая конференция с международным участием online «Лучевая диагностика» : сборник материалов VI Научно-практической конференции с международным участием online «Лучевая диагностика – Смоленск 2022"Смоленск, 23 сентября 2022 года / отв. ред. А. В. Борсуков. – Смоленск, 2022. – С. 6.

### **Результаты интеллектуальной деятельности**

1. Патент №2744825 Российская Федерация, МПК А61В 8/06. Способ определения времени течения артериальной фазы эхоконтрастирования печени, почек и селезенки: № 2020119264: заявл. 03.06.2020 опубл: 16.03.2021 / А. В. Борсуков, А. В. Тиханкова, О. А. Горбатенко, А. О. Тагиль, С. А. Борсуков, Т. И. Гончарова. – 8 с.
2. Патент №2772333 Российская Федерация, МПК А61В 8/00. Способ расчета виртуальной динамической нефросцинтиграфии: № 2021115006: заявл. 25.05.2021 опубл: 18.05.2022 / А. В. Борсуков, О. А. Горбатенко. – 9 с.
3. Патент №2785489 Российская Федерация, МПК А61В 8/08. Способ дифференциальной диагностики атеросклеротического и диабетического ангионепросклероза: № 2021124966: заявл. 23.08.2021 опубл: 08.12.2022 / А. В. Борсуков, О. А. Горбатенко. – 9 с.

### **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

КВ – контрастное вещество

МАУ – микроальбуминурия

ПК - ОПП – постконтрастное острое повреждение почек

СКФ – скорость клубочковой фильтрации

AUC - area under

AUC<sub>i</sub> - area under ascending curve

AUC<sub>o</sub> - area under descending curve

EFSUMB – European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology

HTW<sub>i</sub> – high time washin

HTW<sub>o</sub> – half – time washout

PI – peak intensity

mTTI - mean transit time

ROC – Receiver Operator Characteristic

TOA – time of arrival

TTP - time to peak

WiR – washin rise

WoR – washout rise

---

Подписано в печать: 04.10.2023  
Формат А5  
Бумага офсетная. Печать цифровая.  
Объем: 1,0 усл.п.л.  
Тираж 100 экз.  
Заказ №26037  
Типография ООО "Цифровичок"  
117149, г. Москва, ул. Азовская, д. 13