



<https://doi.org/10.34883/PI.2023.15.6.003>
УДК 616.61-005:616.12-005.4-036.12-053.9



Попель О.Н., Суджаева О.А. ✉, Кошлатая О.В., Карпова И.С.
Республиканский научно-практический центр «Кардиология», Минск, Беларусь

Актуальность оценки почечного кровотока у пожилых пациентов с хронической ишемической болезнью сердца

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: Попель О.Н. – набор и обработка материала, анализ данных, написание и подготовка текста к печати; Суджаева О.А. – концепция и дизайн, анализ полученных данных, редактирование; Кошлатая О.В. – дизайн, набор и обработка материала, написание текста; Карпова И.С. – набор и обработка материала.

Информированное согласие: от пациентов получено письменное информированное согласие на проведение молекулярно-генетического исследования и разрешение на анонимную публикацию результатов.

Подана: 27.10.2023

Принята: 04.12.2023

Контакты: sujajeva@bk.ru

Резюме

Цель. Провести оценку почечного кровотока методом ультразвуковой визуализации у пациентов пожилого возраста с хронической ишемической болезнью сердца.

Материалы и методы. В исследование включено 100 пациентов с хронической ишемической болезнью сердца (ХИБС) в возрасте $70,2 \pm 4,1$ года, из них 45 (45%) мужчин, 55 (55%) женщин. Все пациенты имели сердечную недостаточность не выше второго функционального класса по классификации Нью-Йоркской Ассоциации сердца (NYHA), с отсутствием диагностированных структурных и функциональных изменений почек (ХБП) в анамнезе. Коморбидная патология была представлена сахарным диабетом, артериальной гипертензией, ожирением, заболеваниями щитовидной железы.

Результаты. Выявлена взаимосвязь умеренной силы между некоторыми показателями, характеризующими функциональное состояние сердечно-сосудистой системы (диастолическая функция миокарда, индекс Агатсона), функциональное состояние почек (цистатин С и расчетная скорость клубочковой фильтрации (СКФ) по цистатину С, суточная протеинурия, микроальбуминурия, индекс резистентности почечных сосудов по данным ультразвуковой доплерографии), что свидетельствует о наличии тесной взаимосвязи между наличием и степенью выраженности ХИБС и ХБП.

Заключение. Расширение стандартного ультразвукового протокола исследования почек у пациентов с ХИБС за счет диагностически значимых доплерографических показателей, определяемых в ходе исследования, позволит проводить ранний отбор пациентов, имеющих высокий риск развития ХБП и гемодинамически значимого стенозирующего атеросклеротического повреждения почечных артерий, для возможности предупреждения развития/прогрессирования ХБП посредством рационального назначения лекарственных средств или своевременной хирургической коррекции выявленных атеросклеротических изменений.

Ключевые слова: хроническая болезнь почек, почечный кровоток, индексы периферического сопротивления, ишемическая болезнь сердца, почки, атеросклероз

Aksana N. Popel, Volha A. Sujayeva ✉, Olga V. Koshlataja, Irena S. Karpava
Republican Scientific and Practical Centre "Cardiology", Minsk, Belarus

Relevance of Assessing Renal Blood Flow in Elderly Patients with Chronic Ischemic Heart Disease

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: Aksana N. Popel – typing and processing of material, data analysis, writing and preparing the text for publication; Volha A. Sujayeva – concept and design, analysis of the data obtained, editing; Olga V. Koshlataja – design, typing and processing of material, text writing; Irena S. Karpava – collection and processing of material.

Informed consent: patients signed written informed consent for molecular genetic testing and permission to publish the results anonymously.

Submitted: 27.10.2023

Accepted: 04.12.2023

Contacts: sujayeva@bk.ru

Abstract

Purpose. To assess renal blood flow using ultrasound imaging in elderly patients with chronic coronary heart disease.

Materials and methods. The study included 100 patients with chronic ischemic heart disease aged 70.2 ± 4.06 years, of which 45 (45%) were men, 55 (55%) were women. All patients had heart failure no higher than the second functional class according to the New York Heart Association (NYHA) classification, with no history of diagnosed structural and functional kidney changes. Comorbid pathology was represented by diabetes mellitus, arterial hypertension, obesity, thyroid diseases.

Results. When analyzing data from patient studies, a moderate correlation was revealed between some indicators of diastolic myocardial function, multislice computed tomography of the heart (Agatson index determination), the main biochemical markers of renal damage (cystatin C content and calculated glomerular filtration rate based on cystatin C, the content of daily protein and microalbumin in urine and Doppler ultrasound indicators of the renal vessels).

Conclusion. A relationship of moderate strength was revealed between some indicators characterizing the functional state of the cardiovascular system (myocardial diastolic function, Agatson index), the functional state of the kidneys (cystatin C, and estimated glomerular filtration rate by cystatin C, daily proteinuria, microalbuminuria, resistance index renal vessels according to Doppler ultrasound), which indicates a close relationship between the presence and severity of chronic ischemic heart disease and chronic kidney disease.

Keywords: chronic kidney disease, renal blood flow, peripheral resistance indices, coronary heart disease, kidneys, atherosclerosis

■ ВВЕДЕНИЕ

По данным зарубежных и отечественных нефрологов, наиболее высокая смертность от заболеваний почек приходится на пациентов в возрасте старше 60 лет. Вместе с тем, по данным ВОЗ, наблюдается устойчивая тенденция к ежегодному росту смертности от заболеваний почек в таких развитых странах, как США, Япония, ФРГ,



Англия и Франция. Так, смертность от заболеваний, связанных с патологией почек, выросла с 813 тыс. случаев в 2000 г. до 1,3 млн в 2019 г. [1].

Общеизвестно, что старение – это процесс физиологический, который с увеличением возраста человека сопровождается нарастающими нарушениями структуры и функции органов и связан с повреждающим воздействием на него различных факторов как экзогенного, так и эндогенного происхождения. У лиц пожилого и старческого возраста в функциональной и анатомической структуре почек происходят инволютивные изменения, общее направление которых сводится к уменьшению количества полноценно функционирующей ткани. При этом наблюдается снижение функциональной способности оставшейся ткани. В процессе старения организма человека возникают и прогрессируют склеротические изменения почечных сосудов разного калибра, приводящие в конечном итоге к снижению клубочкового кровотока и фильтрации.

Морфологические особенности формирования сенильной почки сводятся к развитию склероза артериол, гиалинозу клубочков, дистрофии канальцев, фиброзным разрастаниям в интерстициальной ткани. По причине самых разнообразных патологических процессов, происходящих в паренхиме почек, изменяются параметры сегментарного кровотока, особенно в междолевых и дуговых артериях. Обычно они сводятся к развитию эндотелиальной дисфункции на фоне измененной перфузии и гиперфильтрации почечной ткани, приводящей к утолщению интимы и медиі междольковых и афферентных артерий юкстамедуллярных клубочков. В конечном итоге это приводит к увеличению сосудистого сопротивления. С целью поддержания необходимого уровня скорости клубочковой фильтрации (СКФ) включаются интра-ренальные механизмы активации ренин-ангиотензин-альдостероновой и симпатoadреналовой систем, что в свою очередь вызывает еще большее сужение просвета афферентных артериол и создает еще больший градиент гидростатического давления, приводящего к гиперфильтрации. Нарушение ультрафильтрации сопровождается альбуминурией, активацией провоспалительных и вазоконстрикторных механизмов [2, 3].

На сегодняшний день известно, что патофизиологически многие атеросклеротические сердечно-сосудистые заболевания (АССЗ) и ХБП имеют общие механизмы, которые без своевременной диагностики и терапии могут привести к развитию взаимно обусловленной дисфункции, известной как кардиоренальный синдром. У пациентов с АССЗ нарушение функции почек в том числе может быть связано с гемодинамическими факторами. Как снижение артериального почечного кровотока, так и застой в почечных венах вследствие АССЗ могут привести к нарушению функции почек [4–8].

Результаты ранее проведенных крупных рандомизированных клинических исследований ACCOMPLISH, SHARP, ADVANCE, CARRESS-HF [9–12] легли в основу современных международных рекомендаций по ХБП [13]. Результатами Консорциума по прогнозу ХБП (The Chronic Kidney Disease Prognosis Consortium) установлена высокая распространенность ХБП, сравнимая с распространенностью сахарного диабета (СД) и ишемической болезни сердца (ИБС), и доказано, что расчетная скорость клубочковой фильтрации (рСКФ) и альбуминурия являются независимыми предикторами развития фатальных исходов АССЗ и диагностическими маркерами нару-

шения функции почек, прогрессирования ХБП до стадии терминальной почечной недостаточности и риска развития острого почечного повреждения (ОПП) [14].

Диагностическими критериями ХБП являются наличие анатомического или структурного повреждения почек и/или снижения рСКФ <60 мл/мин/1,73 м², которые прослеживаются в течение 3 и более месяцев, независимо от их характера и этиологии [13].

В повседневной клинической практике определение уровня рСКФ почек является стандартным скрининговым методом выявления ХБП. В настоящее время существует несколько наиболее часто применяемых способов определения рСКФ по уровню креатинина сыворотки крови, однако этот метод имеет определенные ограничения, такие как возраст, раса, диета, пол и масса тела, наличие кахексии и мышечной атрофии, которые могут влиять на уровень креатинина в сыворотке. В 2012 г. эксперты KDIGO (Kidney Disease Improving Global Outcomes) рекомендовали использовать цистатин С как дополнительный к креатинину маркер оценки фильтрационной функции почек, уровень которого не зависит от мышечной массы. Уровень цистатина С в сыворотке крови быстрее изменяется по сравнению с креатинином при ОПП, а также является более точным предиктором развития сердечной недостаточности (СН) у пожилых пациентов и у лиц с СД. Также возможно его использование у людей с нестандартным телосложением, дефицитом или избыточным развитием мышечной массы, с ожирением, у беременных и детей [15].

Еще одним общепринятым маркером почечного повреждения является микроальбуминурия [14]. Именно уровень альбумина в моче >30 мг/сут указывает на наличие структурных и/или функциональных нарушений почек, в основе которых могут лежать воспаление, эндотелиальная дисфункция, повышенное клубочковое давление и атеросклероз, что в совокупности характерно для различных типов кардиоренального синдрома.

Проведенный информационный поиск по нескольким базам PubMed, связанным с биомедицинскими исследованиями, включая Medline, позволил обнаружить единичные статьи, посвященные проблемам ХБП и ИБС, в которых обсуждалось ухудшение сердечно-сосудистых исходов у указанной категории пациентов. Несколько чаще встречались публикации, связанные с вопросами взаимосвязи поражения почек и СД или АГ. Проведенный анализ состояния вопроса позволяет сделать вывод о том, что взаимосвязь нарушения функции почек у пациентов пожилого возраста с хронической ишемической болезнью сердца (ХИБС) недостаточно изучена.

Учитывая этот факт и то, что у пожилых пациентов может наблюдаться латентное течение как ХИБС, так и ХБП, особое значение приобретает исследование значимости сосудов почек и почечного кровотока с помощью ультразвука для скрининга ранних стадий ХБП у указанной категории пациентов.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Провести оценку почечного кровотока методом ультразвуковой визуализации у пациентов пожилого возраста с хронической ишемической болезнью сердца.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование включено 100 пациентов с хронической ишемической болезнью сердца в возрасте $70,2 \pm 4,06$ года, из них 45 (45%) мужчин, 55 (55%) женщин. Все

пациенты имели сердечную недостаточность не выше второго функционального класса по классификации Нью-Йоркской Ассоциации сердца (НЮНА), с отсутствием диагностированных структурных и функциональных изменений почек (ХБП) в анамнезе. Коморбидная патология была представлена сахарным диабетом, артериальной гипертензией, ожирением, заболеваниями щитовидной железы. Общая характеристика пациентов с факторами риска представлена в табл. 1.

Биохимический анализ крови выполняли на автоматическом анализаторе Architect c4000 (Abbot, США) с определением цистатина С иммунотурбидиметрическим методом (для женщин нормальные значения 0,4–0,99 мг/л, для мужчин 0,41–0,99 мг/л), креатинина с применением кинетического метода Яффе, основанного на реакции с щелочным пикритом (границы нормальных значений для женщин 53–97 мкмоль/л, для мужчин 62–115 мкмоль/л). СКФ также рассчитывали по цистатину С с использованием следующей формулы: $\text{pСКФ (мл/мин/1,73 м}^2\text{)} = 133 \times \text{min (цистатин С в сыворотке крови / 0,8, 1)}^{-0,499} \times \text{max (цистатин С в сыворотке крови / 0,8, 1)}^{-1,328} \times 0,996^{\text{возраст}} [\times 0,932 \text{ для женщин}]$.

Биохимический анализ мочи выполняли на автоматическом анализаторе мочи iQ 200 Select (Beckman Coulter, США) с определением суточного белка и микроальбумина в суточной моче пробой с сульфосалициловой кислотой и методом с пирогалловым красным.

Таблица 1
Общая характеристика обследуемых пациентов (M±6)
Table 1
General characteristics of the examined patients (M±6)

Общая характеристика пациентов (n=100)		
Пол	Муж.	45 (45%)
	Жен.	55 (55%)
Возраст, лет	70,2±4,1	
Имеют инвалидность, n абс. (%)	15 (15%)	
Инфаркт миокарда в анамнезе, n абс. (%)	31 (31%)	
АКШ, МКШ в анамнезе*, n абс. (%)	7 (7%)	
Чрескожные коронарные вмешательства в анамнезе, n абс. (%)	25 (25%)	
Без артериальной гипертензии, пациентов (% от общего числа пациентов)	6 (6%)	
Артериальная гипертензия I ст., пациентов (% от общего числа пациентов)	25 (25%)	
Артериальная гипертензия II ст., пациентов (% от общего числа пациентов)	61 (61%)	
Артериальная гипертензия III ст., пациентов (% от общего числа пациентов)	8 (8%)	
Сахарный диабет, пациентов (% от общего числа пациентов)	17 (17%)	
ИМТ <25 (нормальный вес)**, пациентов (% от общего числа пациентов)	13 (13%)	
ИМТ 25–29,9 (избыточный вес), пациентов (% от общего числа пациентов)	61 (61%)	
ИМТ 30–34,9 (ожирение I степени), пациентов (% от общего числа пациентов)	19 (19%)	
ИМТ 35–39,9 (ожирение II степени), пациентов (% от общего числа пациентов)	5 (5%)	
ИМТ выше 40,00 кг/м ² (ожирение III степени), пациентов (% от общего числа пациентов)	2 (2%)	
Заболевания щитовидной железы в анамнезе (узловой зоб, гипотироз)	17 (17%)	

Примечания: * АКШ/МКШ – аорто-/маммарно-коронарное шунтирование; ** ИМТ – индекс массы тела.

Ультразвуковое исследование (УЗИ) почек и почечных сосудов выполняли на аппарате экспертного класса GE Vivid E9 (GE HealthCare, США) в соответствии с европейскими и российскими рекомендациями [16, 17] с использованием конвексного датчика 4C-D с частотой 1,6–6 МГц, позволяющего визуализировать исследуемые объекты в 2D (В), цветовом доплеровском и импульсно-волновом доплеровском режимах. На первом этапе исследования оценку почечных артерий (ПА) проводили полипозиционно в 2D (В) режиме, что позволило оценить ход ПА, наличие добавочных артерий. В режиме цветового доплера воспроизводили архитектуру сосудов почки, уточняли положение внутрипочечных сосудов. В режиме импульсного доплера оценивали качественные характеристики спектра доплеровских кривых. Количественный анализ показателей почечного кровотока включал определение пиковой систолической скорости кровотока, индексов резистентности и пульсативности на уровне устьев и в среднем сегменте основных стволов ПА, сегментарных, междолевых и дуговых артерий. При исследовании кровотока в главной ПА контрольный объем помещали на ее изображение в области ее устья и в среднем сегменте в месте определения максимального ускорения линейного кровотока. Спектр кровотока сегментарных артерий регистрировали в проекции почечного синуса. Исследование кровотока в междолевых артериях проводили в положении контрольного объема между пирамидами почки, на границе паренхимы и почечного синуса. Спектр кровотока в дуговых артериях определяли на границе коркового слоя и пирамид. Измерение показателей кровотока проводили в верхнем и нижнем полюсе почек, а также в среднем сегменте. В протоколе ультразвукового исследования отражали усредненный показатель полученных величин. Для выявления возможного раннего повреждения почек определяли индекс резистентности (RI, индекс Пурсело), а также пульсативный индекс (PI, индекс Гослинга).

Трансторакальную эхокардиографию (ТТЭ) выполняли на аппарате экспертного класса GE Vivid E9 (GE HealthCare, США) с использованием секторного датчика с фазированной решеткой M5S-D 1,5–4,6 МГц в 2D (В), цветовом доплеровском режиме, М-режиме, а также с применением импульсно-волнового и непрерывно-волнового доплера, проводили оценку скоростей движения тканей сердца. Исследование выполняли в положении пациента лежа на левом боку из парастернального, апикального, субкостального и супрастернального доступов с оценкой анатомии структур сердца и внутрисердечной гемодинамики по общепринятой методике [18]. Для оценки диастолической функции левого желудочка (ЛЖ) использовались показатели трансмитрального кровотока: пики раннего и позднего диастолического наполнения (Е, см/с и А, см/с), соотношение данных показателей, замедление диастолического потока через митральный клапан (DT, мс) и время изоволюметрического расслабления (IVRT, мс) ЛЖ [19].

Мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) сердца с ЭКГ-синхронизацией и оценкой коронарного кальция проводили с помощью аппарата Siemens Somatom Force (Siemens Healthineers AG, ФРГ). Интерпретация полученных в результате исследования данных осуществлялась количественным методом по шкале Агатсона: коронарный кальциевый индекс (ККИ) 0 – очень низкий риск кардиоваскулярных событий, ККИ 1–10 – низкий риск, ККИ 11–400 – умеренно высокий риск, ККИ >400 – высокий риск [20].



Полученные в ходе исследования данные представлены в виде медианы (Me) и квартилей (Q_1 – Q_3). Для определения направления и силы связи показателей диастолической функции миокарда и основных биохимических маркеров нарушения функции почек с параметрами доплерографии почечных артерий выполняли корреляционный анализ. Уровень статистической значимости равен 5%. Статистический анализ выполняли с применением языка программирования R (версия 4.2.1 для ОС Windows).

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

В исследуемой группе ТТЭ проведена у 92 пациентов. В 100% случаев диагностирована диастолическая дисфункция (ДД) ЛЖ. У 46 (50%) пациентов определена ДД ЛЖ по 1-му типу, у 44 (47,8%) выявлена ДД ЛЖ по 2-му типу и в 2 (2,2%) случаях – ДД ЛЖ по 3-му типу.

Оценка сердечно-сосудистых рисков (ССР) в исследовании проведена с помощью определения ККИ по шкале Агатсона у 95 пациентов, из которых 32 (33,7%) и 27 (28,4%) относятся к группам высокого и умеренно высокого ССР соответственно. Умеренный ССР выявлен у 16 пациентов (16,8%), низкий ССР – у 6 пациентов (6,3%) и очень низкий – у 14 пациентов (14,7%) (табл. 2).

Показатели нарушения функции почек определены у 96 обследуемых. В целом по группе снижение рСКФ <60 мл/мин/1,73 см^2 отмечено у 58 пациентов (60,4%), при этом ХБП в стадии 3а выявлена у 39 человек (40,6%), в стадии 3б – у 17 человек (17,7%), в стадии 4 – у 2 человек (2,1%). Повышение уровня микроальбумина в суточной моче (границы нормальных значений <30 мг/сут) выявлено у 6 пациентов (6,3%). Повышение уровня белка в суточной моче (границы нормальных значений $<0,15$ г/сут) зарегистрировано у 2 пациентов (2,1%).

По данным УЗИ почек и ПА установлено, что у 47 пациентов (47%) из 100 повышено сосудистое сопротивление в правой и/или левой сегментарных артериях. У 4 пациентов (4%) выявлен стеноз ПА 50–99%.

В целом у исследуемых пациентов наблюдали повышение RI в сегментарных почечных артериях в правой почке и пограничный уровень данного показателя в левой почке. RI был выше нормальных значений практически во всех ветвях почечных артерий начиная с устья до междолевой почечной артерии. Показатели кровотока в ПА представлены в табл. 2.

Корреляционный анализ проведен между показателями диастолической функции ЛЖ, ККИ, рСКФ по цистатину С, содержанием суточного белка и микроальбумина в суточной моче.

Выявлена обратная слабая корреляционная связь между индексом пульсативности в устье ПА и рСКФ по цистатину С ($\rho=-0,214$; $p=0,047$) (рис. 1).

Установлена обратная слабая корреляционная связь RI в дуговой артерии с IVRT левого желудочка ($\rho=-0,298$; $p=0,006$) (рис. 2).

Выявлена обратная умеренная корреляционная связь между PI в междолевой артерии и IVRT левого желудочка ($\rho=-0,318$; $p=0,004$) (рис. 3).

Установлена обратная умеренная корреляционная связь значений RI в среднем сегменте ПА со значениями альбуминурии ($\rho=-0,346$; $p<0,001$) (рис. 4).

Прямая слабая корреляционная связь – между значениями индекса пульсативности в устье ПА и значениями E/A ($\rho=0,216$; $p=0,036$) (рис. 5).

Таблица 2
Показатели почечного кровотока в ПА (М±σ)
Table 2
Indicators of renal blood flow in RA (M±σ)

ПА и ее сегменты	Показатель	Значение
Дуговая	ЛСК*	0,44 (0,36–0,55)
	PI** (0,89–1,17)	1,03 (0,86–1,19)
	RI*** (0,55–0,7)	0,63 (0,58–0,68)
Междолевая	ЛСК	0,60 (0,51–0,74)
	PI (0,89–1,17)	1,13 (1,00–1,28)
	RI (0,55–0,7)	0,66 (0,63–0,71)
Сегментарная	ЛСК	0,84 (0,72–0,96)
	PI (0,89–1,17)	1,22 (1,07–1,40)
	RI (0,55–0,7)	0,69 (0,65–0,74)
Средний сегмент ПА	ЛСК	1,27 (1,02–1,59)
	PI (0,89–1,17)	1,38 (1,22–1,57)
	RI (0,57–0,67)	0,74 (0,69–0,78)
Устье ПА	ЛСК	0,99 (0,82–1,24)
	PI (0,89–1,17)	1,63 (1,37–1,99)
	RI (0,57–0,67)	0,78 (0,73–0,82)
Брюшная аорта	ЛСК	0,73 (0,61–0,89)
	Диаметр, мм	16 (15–17)

Примечания: * ЛСК – линейная скорость кровотока (м/с); ** PI – индекс пульсативности; *** RI – индекс резистентности.

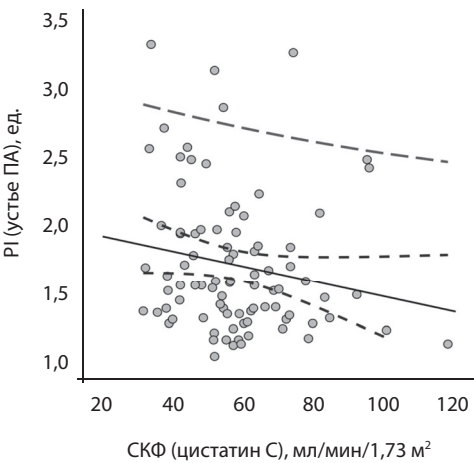


Рис. 1. Связь PI в устье ПА и рСКФ, рассчитанной по цистатину С
Fig. 1. Relationship between PI at the orifice of the RA and GFR calculated using cystatin C

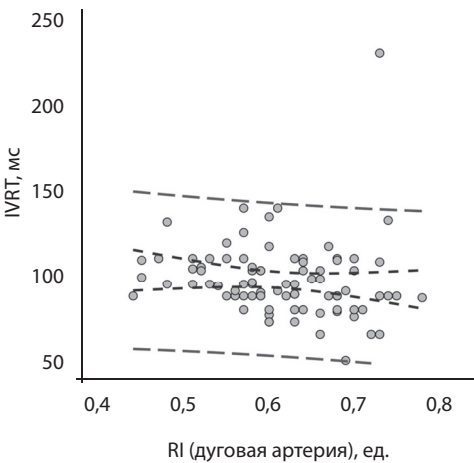


Рис. 2. Связь RI в дуговой ПА и IVRT
Fig. 2. Relationship between RI at the arcuate RA and IVRT

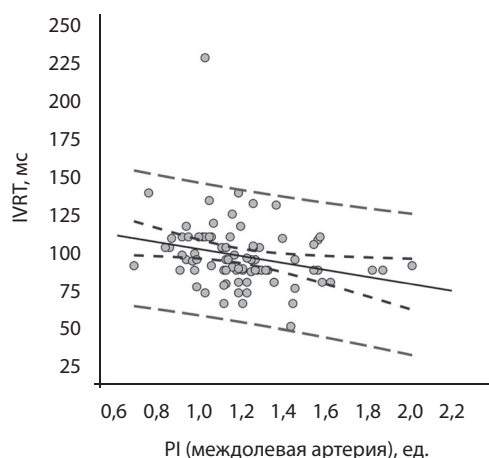


Рис. 3. Связь между PI в междолевой ПА и IVRT
Fig. 3. Relationship between PI at the interlobar RA and IVRT

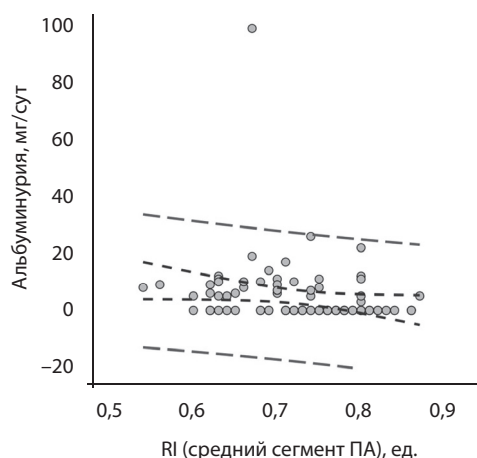


Рис. 4. Связь между RI в среднем сегменте ПА и микроальбуминурией
Fig. 4. Relationship between RI in the middle segment of the RA and IVRT

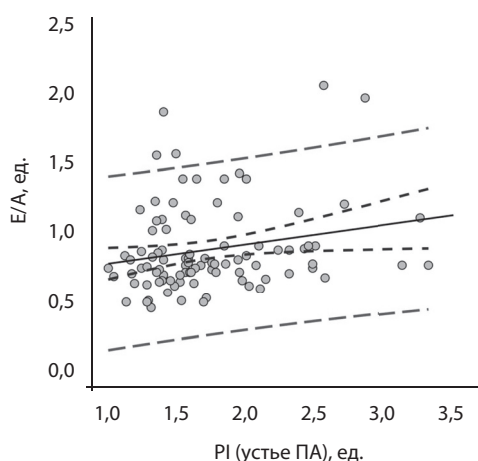


Рис. 5. Связь между PI в устье ПА и отношением диастолических пиков (E/A) на митральном клапане
Fig. 5. Relationship between PI at the orifice of the RA and E/A of the mitral valve

■ ОБСУЖДЕНИЕ

На сегодняшний день проведено и проводится достаточно много исследований, направленных на изучение взаимосвязи ХБП и заболеваний сердца. Большинство публикаций посвящены исследованиям в области ХБП и СД, ХБП и АГ, ХБП и ХСН, объединенных понятием кардиоренального синдрома.

В ходе проведенного поиска по электронным базам данных с применением ключевых слов «хроническая ишемическая болезнь сердца», «хроническая болезнь почек», «почечный кровоток», «СКФ», «цистатин С» обнаружены единичные публикации, посвященные изучению взаимосвязи ХБП и ХИБС. Ряд авторов считают, что хроническая болезнь почек является основным фактором риска развития ишемической болезни сердца [21]. По мнению других исследователей, нельзя исключить параллельное развитие патологических процессов в ПА и других сосудистых бассейнах организма [22–24]. Доказанным является факт того, что RI оказывается выше у пациентов с гипертрофией миокарда левого желудочка, атеросклеротическим поражением сонных артерий, альбуминурией. В связи с изложенными данными RI может рассматриваться как показатель диффузного сосудистого повреждения. Повышение RI в сегментарной ПА выше 0,7 является диагностически значимым критерием оценки [25, 26].

Некоторые авторы обнаружили, что у пациентов с хронической болезнью почек RI 0,70 и выше является независимым фактором риска прогрессирования ХБП независимо от исходного уровня СКФ, протеинурии или артериальной гипертензии [27]. Эти результаты были подтверждены у пациентов с ХБП через 2 и 4 года наблюдения. Соответственно, можно предположить, что RI 0,70 и выше позволяет выявить лиц с повреждением паренхимы почек на ранней стадии. К сожалению, мы не смогли найти публикации, в которых были бы описаны исследования, направленные на выявление раннего повреждения почек при ХИБС.

В проведенном исследовании мы обнаружили, что RI увеличивается у пациентов пожилого возраста с ХИБС, при повышенном уровне цистатина С. Таким образом, повышение RI, вероятно, является предиктором ХБП у пациентов с ХИБС.

Вместе с тем многие авторы считают, что увеличение сосудистого сопротивления является независимым предиктором худшего сердечно-сосудистого и почечного прогноза [28].

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для более достоверной оценки раннего повреждения почек у пациентов с ХИБС необходимо выполнять ультразвуковое доплеровское исследование сосудов почек.

Для пациентов с ХИБС диагностически значимыми являются не только общепринятый индекс резистентности в сегментарной артерии, но и показатели индекса RI, PI и ЛСК в дуговой, междолевой артерии, в среднем сегменте и устье почечной артерии, что диктует необходимость расширения перечня показателей обследования почечного кровотока для пожилых пациентов с ХИБС.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. WHO Bulletin 2019. Available at: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
2. Osipova E.V., Osipova E.A., Melnikova L.V. Significance of modern diagnostic methods in the early diagnosis of hypertensive nephropathy. *Cardiovascular therapy and prevention*. 2022;21(1):2882. doi: 10.15829/1728-8800-2022-2882. (in Russian)
3. Gigante A., Barbano B., Di Mario F. Renal parenchymal resistance in patients with biopsy proven glomerulonephritis: Correlation with histological findings. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology*. 2016;29(3):469–474. doi: 10.1177/0394632016645590
4. Belyalov F.I. Ischemic heart disease and renal dysfunction. *Rational pharmacotherapy in cardiology*. 2017;13(3):409–415. doi: 10.20996/1819-6446-2017-13-3-409-415. (in Russian)
5. Novitsky V.V., Urazova O.I. 5th ed., Rev. and add. *Pathophysiology: textbook: in 2 volumes/ed. M.: GEOTAR-Media. 2020;1:896*. ill. (in Russian)

6. Cai Q, Mukku V.K., Ahmad M. Coronary artery disease in patients with chronic kidney disease: a clinical update. *Curr Cardiol Rev.* 2013;9(4):331–9. doi: 10.2174/1573403X10666140214122234
7. Mukhin N.A. *Nephrology. National leadership. Short edition/ch. ed. M.: GEOTAR-Media.* 2020:608. (in Russian)
8. Grande D., Terlizze P., Iacoviello M. Role of imaging in the evaluation of renal dysfunction in heart failure patients. *World J Nephrol.* 2017;6(3):123–131. doi: 10.5527/wjn.v6.i3.123
9. de Galan B.E., Perkovic V., Ninomiya T. ADVANCE Collaborative Group. Lowering blood pressure reduces renal events in type 2 diabetes. *J Am Soc Nephrol.* 2009;20:883–92. doi: 10.1681/ASN.2008070667
10. Bakris G.L., Seralidis P.A., Weir M.R., Dahlöf B., Pitt B., Jamerson K. ACCOMPLISH Trial Investigators. Renal outcomes with different fixed-dose combination therapies in patients with hypertension at high risk for cardiovascular events (ACCOMPLISH): a prespecified secondary analysis of randomized controlled trial. *Lancet.* 2010;375:1173–81. doi: 10.1016/S0140-6736(09)62100-0
11. Baigent C., Landray M.J., Reith C. The effects of lowering LDL cholesterol with simvastatin plus ezetimibe in patients with chronic kidney disease (Study of Heart and Renal Protection): a randomised placebo-controlled trial. *Lancet.* 2011;377(9784):2181–92. doi: 10.1016/S0140-736(11)60739-3
12. Bart B.A., Goldsmith S.R., Lee K.L., et al. for The Heart Failure Clinical Research Network. Ultrafiltration in decompensated heart failure with cardiorenal syndrome. *N Engl J Med.* 2012;13;367(24):2296–304. doi: 10.1056/NEJMoa1210357
13. KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney Int (Suppl).* 2013;3:1–150. doi: 10.1038/kisup.2012.48
14. Matsushita K., van der Velde M., Astor B.C. Chronic Kidney Disease Prognosis Consortium. Association of estimated glomerular filtration rate and albuminuria with all-cause and cardiovascular mortality in general population cohorts: a collaborative meta-analysis. *Lancet.* 2010;375(9731):2073–81. doi: 10.1016/S0140-6736(10)60674-5
15. Barbuk O.A. Cardiorenal syndrome: the main problems of diagnosis and treatment. *Meditsinskie novosti.* 2018;3(282):60–65. (in Russian)
16. Mitkova M.D., Balakhonova T.V., Vetsheva N.N. Standardization of the protocol for ultrasound examination of the renal arteries in adults: consensus of experts of the Russian Association of Ultrasound Diagnostics in Medicine (RASUDM). *Ultrasound and functional diagnostics.* 2021;2:80–96. doi: 10.24835/1607-0771-2021-2-80-96. (in Russian)
17. Aboyans V., Ricco J.B., Bartelink M.E.L. ESC Scientific Document Group. 2017 ESC Guidelines on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS): Document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries Endorsed by: the European Stroke Organization (ESO) The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur Heart J.* 2018;39(9):763–816. doi: 10.1093/eurheartj/ehx095
18. Gardin J.M., Adams D.B., Douglas P.S. Recommendations for a standardized report for adult transthoracic echocardiography: a report from the American Society of Echocardiography's Nomenclature and Standards Committee and Task Force for a Standardized Echocardiography Report. *J Am Soc Echocardiogr.* 2002;15(3):275–90. doi: 10.1067/mje.2002.121536
19. Nagueh S.F., Smiseth O.A., Appleton C.P. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J. of the Am. Soc. Echocardiogr.* 2016;29(4):277–314. doi: 10.1016/j.echo.2016.01.011
20. Agatston A.S., R.Janowitz W.R., Hildner F.J. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1990;15(4):827–832. doi: 10.1016/0735-1097(90)90282-t
21. Samak M.J., Amann K., Bangalore S. Chronic Kidney Disease and Coronary Artery Disease: JACC State-of-the-Art Review. *Journal of the American College of Cardiology.* 2019;74:1823–1838. doi: 10.1016/j.jacc.2019.08.1017
22. Blankestijn P.J. Sympathetic hyperactivity in chronic kidney disease. *Nephrol Dial Transplant.* 2004;19:1354–7. doi: 10.1093/ndt/gfh242
23. Koomans H.A., Blankestijn P.J., Joles J.A. Sympathetic Hyperactivity in Chronic Renal Failure: A Wakeup Call. *J Am Soc Nephrol.* 2004;15:524–37. doi: 10.1097/01.asn.0000113320.57127.b9
24. Di Nicolo P., Granata A. Renal resistive index: not only kidney. *Clin exp nephrol.* 2017;21(3):359–66. doi: 10.1007/s10157-016-1323-3
25. Stefan G., Florescu C., Sabo A.A. Intrarenal resistive index conundrum: systemic atherosclerosis versus renal arteriolosclerosis. *Ren Fail.* 2019;41(1):930–6. doi: 10.1080/0886022X.2019.1674159
26. Koshel'skaya O.A., Zhuravleva O.A., Karpov R.S. Markers of chronic kidney disease and disorders of renal hemodynamics in patients with medically-controlled arterial hypertension and high and very high cardiovascular risk. *Arterial Hypertension.* 2018;24(4):478–89. doi: 10.18705/1607-419X-2018-24-4-478-489. (in Russian)
27. Hanamura K., Tojo A., Kinugasa S. The resistive index is a marker of renal function, pathology, prognosis, and responsiveness to steroid therapy in chronic kidney disease patients. *Int J Nephrol.* 2012;2012:1. doi: 10.1155/2012/139565
28. Singla R.K., Kadam M., Rohling R. Kidney Ultrasound for Nephrologists: A Review. *Kidney Med.* 2022;4(6):100464. doi: 10.1016/j.jxkme.2022.100464