

Роль внутрисосудистой ультразвуковой визуализации при выполнении чрескожных коронарных вмешательств с минимальным введением контрастного вещества у пациентов с острым коронарным синдромом

Зауралов О.Е.^{1,5}, Соловьев В.А.^{1,5}, Ардеев В.Н.¹, Гарин Ю.Ю.^{1,5}, Ибрагимов И.М.¹, Козлов К.Л.², Михайлов С.С.², Кирпичников И.Р.¹, Белков М.А.¹, Латкин О.Е.¹, Газизов Д.В.¹, Мингалиева А.М.³, Воробьевский Д.А.^{4,5}

¹ГБУЗ Ленинградской области "Всеволожская клиническая межрайонная больница". Всеволожск; ²ФГБВОУ ВО "Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова" Министерства обороны Российской Федерации. Санкт-Петербург; ³ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова" Минздрава России. Санкт-Петербург; ⁴СПб ГБУЗ "Городская больница № 40 Курортного района". Санкт-Петербург; ⁵АННО ВО НИЦ "Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии". Санкт-Петербург, Россия

Цель. Оценить роль внутрисосудистой ультразвуковой визуализации (ВСУЗИ) при выполнении чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) с минимальным введением контрастного вещества у пациентов с острым коронарным синдромом (ОКС).

Материал и методы. В одноцентровое ретроспективное исследование было включено 269 пациентов с ОКС без подъема сегмента ST (ОКСбпST), которым было проведено стентирование коронарных артерий. Пациенты были разделены на три группы: группа 1 — ЧКВ только под ангиографическим контролем (n=100), группа 2 — ЧКВ сопровождалось ВСУЗИ (n=100) и группа 3 — ЧКВ сопровождалось сочетанным использованием ВСУЗИ и принципов минимального введения рентгеноконтрастного вещества (РКВ) (n=69). Первичный анализ включал оценку показателей среднего объема РКВ в ходе ЧКВ, динамики уровня креатинина, скорости клубочковой фильтрации, а также частоты наступления острого повреждения почек у пациентов с ОКСбпST.

Результаты. Наименьшее количество РКВ (73,3±5,1 мл) было введено пациентам группы 3, где ЧКВ сопровождалось сочетанным использованием ВСУЗИ и принципов минимального введения РКВ (дисперсионный анализ [ANOVA]; $p < 0,001$, с апостериорным тестом Тьюки). Не было выявлено статистически значимых различий между группами по динамике клиренса креатинина и скорости клубочковой фильтрации.

Заключение. Выявлены количественные показатели среднего объема РКВ в ходе ЧКВ в группах ангиографического и ВСУЗИ контроля, выполнена оценка некоторых показателей почечной

функции в этих группах, показана эффективность сочетанного использования ВСУЗИ и принципов минимального введения РКВ у пациентов с ОКСбпST.

Ключевые слова: контраст-индуцированное острое повреждение почек, острый коронарный синдром, внутрисосудистое ультразвуковое исследование, чрескожное коронарное вмешательство, скорость клубочковой фильтрации, острое повреждение почек.

Отношения и деятельность: нет.

Поступила 12/02-2025

Рецензия получена 28/03-2025

Принята к публикации 11/05-2025



Для цитирования: Зауралов О.Е., Соловьев В.А., Ардеев В.Н., Гарин Ю.Ю., Ибрагимов И.М., Козлов К.Л., Михайлов С.С., Кирпичников И.Р., Белков М.А., Латкин О.Е., Газизов Д.В., Мингалиева А.М., Воробьевский Д.А. Роль внутрисосудистой ультразвуковой визуализации при выполнении чрескожных коронарных вмешательств с минимальным введением контрастного вещества у пациентов с острым коронарным синдромом. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2025;24(7):4360. doi: 10.15829/1728-8800-2025-4360. EDN: OXPDCP

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

e-mail: zaуралов@list.ru

[Зауралов О.Е.* — к.м.н., врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, с.н.с. лаборатории патологической физиологии сердечно-сосудистой системы отдела клинической геронтологии и гериатрии, ORCID: 0000-0001-8898-9965, Соловьев В.А. — врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, н.с. лаборатории патологической физиологии сердечно-сосудистой системы отдела клинической геронтологии и гериатрии, ORCID: 0000-0003-1631-2423, Ардеев В.Н. — зав. отделением рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения, ORCID: 0000-0003-2723-0511, Гарин Ю.Ю. — к.м.н., врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, с.н.с. лаборатории патологической физиологии сердечно-сосудистой системы отдела клинической геронтологии и гериатрии, ORCID: 0000-0001-7472-9994, Ибрагимов И.М. — врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, ORCID: 0009-0009-7971-2185, Козлов К.Л. — д.м.н., профессор, профессор 1 кафедры (хирургии усовершенствования врачей), ORCID: 0000-0001-7257-5768, Михайлов С.С. — д.м.н., начальник отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения (с группой анестезиологии-реанимации) 1 кафедры (хирургии усовершенствования врачей), ORCID: 0000-0001-6093-2203, Кирпичников И.Р. — врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, ORCID: 0009-0004-1386-7348, Белков М.А. — врач по рентгенэндоваскулярным методам диагностики и лечению, ORCID: 0009-0004-7545-7416, Латкин О.Е. — врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, ORCID: 0000-0003-3778-5254, Газизов Д.В. — врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, ORCID: 0009-0006-8548-6151, Мингалиева А.Р. — врач — ординатор, ORCID: 0009-0001-9187-6571, Воробьевский Д.А. — врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, н.с. лаборатории патологической физиологии сердечно-сосудистой системы отдела клинической геронтологии и гериатрии, ORCID: 0000-0002-5074-7060].

Role of intravascular ultrasound imaging in minimally enhanced percutaneous coronary interventions in patients with acute coronary syndrome

Zauralov O. E.^{1,5}, Soloviev V. A.^{1,5}, Ardeev V. N.¹, Garin Yu. Yu.^{1,5}, Ibragimov I. M.¹, Kozlov K. L.², Mikhailov S. S.², Kirpichnikov I. R.¹, Belkov M. A.¹, Latkin O. E.¹, Gazizov D. V.¹, Mingalieva A. M.³, Vorobyevsky D. A.^{4,5}

¹Vsevolozhsk Clinical Interdistrict Hospital. Vsevolozhsk; ²S. M. Kirov Military Medical Academy. Saint Petersburg; ³Almazov National Medical Research Center. Saint Petersburg; ⁴City Hospital № 40 of Kurortny District. Saint Petersburg; ⁵Saint Petersburg Institute of Bioregulation and Gerontology. Saint Petersburg, Russia

Aim. To evaluate the role of intravascular ultrasound (IVUS) in performing percutaneous coronary interventions (PCI) with minimal contrast enhancement in patients with acute coronary syndrome (ACS).

Material and methods. The single-center retrospective study included 269 patients with non-ST-segment elevation ACS (NSTEMI-ACS) who underwent coronary artery stenting. Patients were divided into three following groups: group 1 — angiography-guided PCI (n=100), group 2 — PCI with IVUS use (n=100), and group 3 — PCI with the combined use of IVUS and minimal contrast agent administration (n=69). The primary analysis included the assessment of contrast agent volume during PCI, the changes of creatinine level, glomerular filtration rate, and the incidence of acute kidney injury in patients with NSTEMI-ACS.

Results. The smallest contrast agent amount (73,3±5,1 ml) was administered to patients in group 3, where PCI was accompanied by the combined use of IVUS and minimal contrast agent administration (analysis of variance [ANOVA]; p<0,001, with Tukey's post-hoc test). There were no significant differences between the groups in the changes of creatinine clearance and glomerular filtration rate.

Conclusion. Quantitative parameters of average contrast agent administration during PCI in the angiographic and IVUS control groups were identified. Some renal function parameters in these groups were assessed. The effectiveness of the combined use of IVUS and minimal contrast agent administration in patients with NSTEMI-ACS was shown.

Keywords: contrast-induced acute kidney injury, acute coronary syndrome, intravascular ultrasound, percutaneous coronary intervention, glomerular filtration rate, acute kidney injury.

Relationships and Activities: none.

Zauralov O. E. * ORCID: 0000-0001-8898-9965, Soloviev V. A. ORCID: 0000-0003-1631-2423, Ardeev V. N. ORCID: 0000-0003-2723-0511, Garin Yu. Yu. ORCID: 0000-0001-7472-9994, Ibragimov I. M. ORCID: 0009-0009-7971-2185, Kozlov K. L. ORCID: 0000-0001-7257-5768, Mikhailov S. S. ORCID: 0000-0001-6093-2203, Kirpichnikov I. R. ORCID: 0009-0004-1386-7348, Belkov M. A. ORCID: 0009-0004-7545-7416, Latkin O. E. ORCID: 0000-0003-3778-5254, Gazizov D. V. ORCID: 0009-0006-8548-6151, Mingalieva A. M. ORCID: 0009-0001-9187-6571, Vorobyevsky D. A. ORCID: 0000-0002-5074-7060.

*Corresponding author:

zauralov@list.ru

Received: 12/02-2025

Revision Received: 28/03-2025

Accepted: 11/05-2025

For citation: Zauralov O. E., Soloviev V. A., Ardeev V. N., Garin Yu. Yu., Ibragimov I. M., Kozlov K. L., Mikhailov S. S., Kirpichnikov I. R., Belkov M. A., Latkin O. E., Gazizov D. V., Mingalieva A. M., Vorobyevsky D. A. Role of intravascular ultrasound imaging in minimally enhanced percutaneous coronary interventions in patients with acute coronary syndrome. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2025; 24(7):4360. doi: 10.15829/1728-8800-2025-4360. EDN: OXPDCP

ВСУЗИ — внутрисосудистое ультразвуковое исследование, КИОПП — контраст-индуцированное острое повреждение почек, ЛКА — левая коронарная артерия, ОКС — острый коронарный синдром, ПКА — правая коронарная артерия, ПМЖА — передняя межжелудочковая артерия, РКВ — рентгеноконтрастное вещество, СКФ — скорость клубочковой фильтрации, ХБП — хроническая болезнь почек, ЧКВ — чрескостное коронарное вмешательство.

Ключевые моменты

Что известно о предмете исследования?

- Контраст-индуцированное острое повреждение почек — это осложнение, которое может возникнуть в процессе диагностических и лечебных манипуляций у пациентов с острым коронарным синдромом.
- Нефротоксичность рентгеноконтрастных лекарственных средств является дозозависимой.

Что добавляют результаты исследования?

- Применение внутрисосудистого ультразвукового исследования в комбинации с принципами минимального введения рентгеноконтрастного препарата у пациентов с острым коронарным синдромом без подъема сегмента ST позволяет уменьшить объем введенного контраста и, как следствие, вероятность нарушения функции почек.

Key messages

What is already known about the subject?

- Contrast-induced acute kidney injury is a complication that can occur during diagnostic and therapeutic manipulations in patients with acute coronary syndrome.
- Nephrotoxicity of radiocontrast agents is dose-dependent.

What might this study add?

- Intravascular ultrasound in combination with minimal radiocontrast agent administration in patients with non-ST-segment elevation acute coronary syndrome makes it possible to reduce the volume of contrast administered and, as a result, the risk of renal dysfunction.

Введение

Контраст-индуцированное острое повреждение почек (КИОПП) представляет собой серьезное осложнение, которое может возникнуть при применении йодсодержащих рентгеноконтрастных веществ (РКВ) в процессе диагностических и лечебных манипуляций. Это состояние характеризуется увеличением уровня креатинина в сыворотке крови, обычно определяемым как увеличение на 0,5 мг/дл, или на 25% по сравнению с исходным показателем в течение 48-72 ч после проведения процедуры чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) [1, 2]. Осознание факторов риска и методов профилактики играет ключевую роль в успешном управлении КИОПП, что подчеркивает важность данного аспекта в клинической практике специалиста, занимающегося выполнением ЧКВ у пациентов с почечной недостаточностью.

В основе болезней системы кровообращения лежит дегенеративно-дистрофический процесс — атеросклероз, который характеризуется мультифокальным поражением артерий и ассоциируется с повышенным риском развития сердечно-сосудистых осложнений и смерти. Если рассматривать этот процесс в контексте почечной функции, то закономерной является тенденция к его прогрессированию, что со временем приводит к потере массы почек и нарушению их фильтрационной способности. В последние годы, с увеличением продолжительности жизни, в популяции значительно увеличилось количество тяжелых форм хронической болезни почек (ХБП), в т.ч. нефросклероза с дисфункцией почек, вплоть до развития стадии терминальной почечной недостаточности. ХБП — нозологическое понятие, объединяющее всех пациентов с признаками повреждения почек и/или снижением функции, оцениваемой по величине скорости клубочковой фильтрации (СКФ), которые сохраняются в течение ≥ 3 мес. К критериям диагностики ХБП относятся: наличие любых маркеров повреждения почек: клинико-лабораторные данные (альбуминурия, протеинурия), подтвержденные лабораторно и сохраняющиеся в течение ≥ 3 мес.; структурные изменения почек, подтвержденные методами лучевой диагностики (ультразвуковое исследование, дуплексное сканирование почечных артерий) или при морфологическом исследовании; снижение СКФ до уровня < 60 мл/мин/1,73 м², сохраняющееся в течение ≥ 3 мес.¹. Таким образом, понятие ХБП складывается из двух составляющих: признаков повреждения почек и снижения СКФ. Тяжесть заболевания определяется стадиями ХБП: стадия 1 — нормальная СКФ (> 90 мл/мин/1,73 м²) + альбуминурия, стадия 2:

СКФ от 60 до 89 мл/мин/1,73 м², стадия 3А: СКФ от 45 до 59 мл/мин/1,73 м², стадия 3Б: СКФ от 30 до 44 мл/мин/1,73 м², стадия 4: СКФ от 15 до 29 мл/мин/1,73 м², стадия 5: СКФ < 15 мл/мин/1,73 м².

К факторам риска развития КИОПП относятся аспекты, связанные с самим пациентом: наличие ХБП [1], сахарного диабета (СД) 2 типа, возраст пациентов > 65 лет [3], а также аспекты, связанные с процедурой ЧКВ — объем и разновидность применяемого РКВ [4, 5]. Повлиять на связанные с пациентом факторы невозможно, однако уменьшить объем используемого РКВ и отдать предпочтение изотоническим препаратам представляется приоритетной тактикой в случаях наличия у пациента ХБП. Таким образом, важной целью лечения больных ХБП является минимизация используемого в ходе ЧКВ объема РКВ для сохранения почечной функции [6, 7].

Снизить объем вводимого РКВ в ходе процедуры ЧКВ помогают дополнительные методы визуализации, в частности, внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ). На сегодняшний день широко известен вклад ВСУЗИ в улучшение непосредственных и отдаленных результатов ЧКВ. Он связан со снижением частоты наступления больших неблагоприятных сердечно-сосудистых событий как в госпитальном, так и в отсроченном периоде [8, 9]. Такая тенденция обусловлена более точным позиционированием краёв стента при использовании методов внутрисосудистой визуализации, дополнительной информации о морфологии поражения и, соответственно, тактике модификации поражения перед имплантацией стента, а также оценке критериев оптимального раскрытия стента [10, 11]. Обеспечивая детальную визуализацию структур сосудистой стенки, ВСУЗИ повышает точность процедуры и, помимо этого, даёт возможность снизить объем вводимого РКВ, что является ключевым фактором профилактики развития КИОПП [12-14].

В связи с этим настоящее исследование ставит перед собой следующие цели: определить средний объем РКВ, используемого во время ЧКВ у пациентов с острым коронарным синдромом (ОКС), прооперированных под контролем ВСУЗИ, и сопоставить его со средним объемом РКВ, применяемого при ангиографическом контроле. Проанализировать частоту возникновения острого повреждения почек и динамику уровня креатинина и СКФ после ЧКВ.

Материал и методы

Исследование выполнено на базе отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения ГБУЗ "Всеволожская КМБ" в период январь 2023-январь 2024гг. В рамках одноцентрового ретроспективного исследования участвовали пациенты с ОКС без подъема сегмента ST, которым было проведено стентирование ко-

¹ Клинические рекомендации. Хроническая болезнь почек (ХБП). 2024. https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/469_3.

Таблица 1

Характеристика пациентов

Показатель	Группа 1	Группа 2	Группа 3	p
Возраст, лет, Ме [Q25;Q75]	65,0 [57,0;73,0]	61,5* [56,0;70,8]	67,0 [60,0;74,0]	0,097
Пол (муж., %)	69	72	63,8	0,528
Рост, см, Ме [Q25;Q75]	170 [164;176]	173 [166;176]	170 [164;176]	0,176
Масса тела, кг, Ме [Q25;Q75]	80 [71;92]	80 [72;92]	82 [77;90]	0,383
Индекс массы тела, кг/м ² , Ме [Q25;Q75]	27,7 [24,9;31,6]	27,6 [24,5;31,2]	28,3 [26,1;31,6]	0,192
СД 2 типа, %	15	14	27,5*	0,062

Примечание: Ме [Q25;Q75] — медиана [интерквартильный размах], СД — сахарный диабет, p — уровень статистической значимости различий при межгрупповом сравнении, * — указана группа, у которой имеются статистически значимые различия с двумя другими группами.

ронарных артерий стентами с лекарственным покрытием. Общее количество исследуемых составило 269 человек. Критерии включения: пациенты с ОКС без подъема сегмента ST, которым был имплантирован стент/стенты в индексную процедуру. Критерии не включения и исключения: пациенты с сердечной недостаточностью по классификации Killip 3-4 ст. Пациенты были разделены на три группы: группа 1 — ЧКВ только под ангиографическим контролем (n=100), группа 2 — ЧКВ под контролем ВСУЗИ (n=100) и группа 3 — ЧКВ сопровождалось сочетанным использованием ВСУЗИ и принципов минимального введения РКВ (n=69). Распределение проводилось с учетом сопоставимости рисков КИОПП. В ходе исследования во всех группах оценивался средний объем использованного РКВ, динамика уровня креатинина и СКФ до ЧКВ и на 3-и сут. после ЧКВ, а также частота наступления острого повреждения почек.

Все пациенты перед стентированием принимали стандартную терапию, включающую пероральный приём ацетилсалициловой кислоты в дозировке 300 мг и клопидогрела в дозировке 600 мг или тикагрелора в дозировке 180 мг. Интраоперационно все пациенты получали гепарин в расчёте 100 ЕД/кг массы тела для поддержания активированного частичного тромбопластинового времени на уровне >250 сек. С целью профилактики КИОПП периоперационно пациенты получали стандартную гидратационную терапию: непрерывную внутривенную инфузию изотонического физиологического раствора со скоростью 1,5 мл/кг/ч (в ходе процедуры ЧКВ и в течение 6 ч после выполнения стентирования). Для пациентов с хронической сердечной недостаточностью >2 функционального класса гидратационная терапия интраоперационно проводилась из расчёта 1 мл/кг/ч, а в послеоперационном периоде — 0,75 мл/кг/ч в течение 4 ч. Кроме того, интраоперационно с целью минимизации нефротоксического действия контрастных растворов применялся разбавленный с изотоническим физиологическим раствором, в соотношении 1:1, раствор Омнипак-300.

ВСУЗИ выполнено механическими датчиками OptiCross 40 МГц (Boston Scientific, США) на аппарате iLab, и электронными датчиками Eagle Eye Platinum ST 20 МГц (Philips, Нидерланды) на аппарате мобильной версии Volcano CORE.

Сбор базы данных и их последующая обработка осуществлялись с использованием программного обеспечения IBM SPSS Statistics 23.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA). Качественные данные были представлены как в абсолютных величинах, так и в процентных долях.

Количественные переменные были представлены в виде $M \pm m$, где M — среднее арифметическое, m — стандартная ошибка среднего. В случаях распределения переменных, отличном от нормального, для описания данных использовались значения медианы и интерквартильного размаха в виде Ме [Q25;Q75].

Результаты

Пациенты были сопоставимы по основным клинико-функциональным характеристикам (таблица 1). Медианные значения и квартили возраста пациентов 2-й группы оказались несколько меньшими 61,5 [56,0;70,8] лет по сравнению с пациентами 1-й и 3-й групп 65,0 [57,0;73,0] и 67,0 [60,0;74,0] лет, соответственно.

В группе 1 доля мужчин составила 69%, в группе 2 — 72%, в группе 3 — 63,8% (p=0,528).

Среди обследуемых больных в группе ангиографического контроля (группа 1) 15% пациентов имели СД 2 типа. В группе 2 этот показатель составил 14%, а в группе 3 — 27,5% (p=0,062).

Стоит отметить локализацию поражений в исследуемых группах. Так, в группе 1 стентирование ствола левой коронарной артерии (ЛКА) было выполнено в 31% случаев, передняя межжелудочковая артерия (ПМЖА) — в 59% случаев, правая коронарная артерия (ПКА) — в 10% случаев. В группе 2 реваскуляризация ствола ЛКА была выполнена в 29% случаев, ПМЖА — 61%, огибающая артерия — 2%, ПКА — 8%. В группе 3 ствол ЛКА был стентирован в 20,7% случаев, ПМЖА — 37,9%, огибающая артерия — 22,4%, ПКА — 19%.

В группе, где ЧКВ сопровождалось сочетанным использованием ВСУЗИ и принципов минимального введения РКВ (группа 3), отмечался наибольший исходный уровень креатинина — 119 мкмоль/л [103;136], в группе 2 этот показатель составил 116 мкмоль/л [110;121], в группе ангиографии (группа 1) наименьший — 113 мкмоль/л [109;119]. Через три дня после ЧКВ сохранялась подобная наклонность, однако различия не достигли статистической значимости. Сравнение уровня креатинина между группами 1, 2 и 3 существенных различий в период исследования не выявило (таблица 2).

Таблица 2

Клиренс креатинина и СКФ в исследуемых группах до ЧКВ и на 3 сут. после операции

Показатель, М±SD	Группа 1	Группа 2	Группа 3
Клиренс креатинина до ЧКВ, мкмоль/л	113±27	116±28 p ₁ =0,498	119±30 p ₁ =0,242 p ₂ =0,493
Клиренс креатинина после ЧКВ, мкмоль/л	120±34	122±38 p ₁ =0,815	129±38 p ₁ =0,233 p ₂ =0,159
СКФ до ЧКВ, мл/мин/м ²	70±22	71±22 p ₁ =0,72	76±25 p ₁ =0,08 p ₂ =0,15
СКФ после ЧКВ, мл/мин/м ²	65±18	68±22 p ₁ =0,31	70±28 p ₁ =0,23 p ₂ =0,72

Примечание: СКФ — скорость клубочковой фильтрации, ЧКВ — чрескожное коронарное вмешательство, М±SD — среднее ± стандартное отклонение, p₁ — уровень статистической значимости различий при сравнении с группой 1, p₂ — уровень статистической значимости различий при сравнении группой 2.

Уровень СКФ исходно был выше в группе сочетанного использования ВСУЗИ и принципов минимального введения РКВ (группа 3) 76 мл/мин/м², в группе 2 этот показатель составил 71 мл/мин/м², а в группе ангиографии (группа 1) 70 мл/мин/м². Динамика СКФ во всех группах имела тенденцию к снижению на 3-и сутки после ЧКВ, но значимых различий ни при внутригрупповом сравнении, ни между группами выявлено не было (таблица 2). Случаев КИОПП среди данных пациентов не зафиксировано.

Наименьшее количество РКВ было введено пациентам группы 3 — 73,3±5,1 мл. Пациентам группы 1 вводилось, в среднем, 170,5±6,9 мл РКВ, а пациентам группы 2 — 179,3±7,9 мл. Различия по объему РКВ между группами 1 и 3, а также между группами 2 и 3 были статистически значимы (дисперсионный анализ (ANOVA); p<0,001, с апостериорным тестом Тьюки). В группе ВСУЗИ (группа 2) по сравнению с группой ангиографического контроля (группа 1) в ходе ЧКВ было введено большее количество РКВ, что, однако, не было статистически значимо (p=0,305). Это объясняется тем, что группа ВСУЗИ (группа 2) была представлена технически более сложными поражениями.

Неблагоприятные сердечно-сосудистые события (такие как смерть, инфаркт миокарда, острое нарушение мозгового кровообращения, осложнения ЧКВ,) в период госпитализации не зафиксированы.

Обсуждение

Увеличивающийся объем рентген-эндоваскулярных вмешательств у пациентов с хроническим и ОКС ставит перед врачами вопрос о безопасности выполнения данных процедур [15]. Даже небольшой объем введенного РКВ (~30 мл), может оказывать отрицательное влияние на функцию почек, что является некоторым ограничением дан-

ного исследования [16]. Однако это утверждение характерно для пациентов с СД 2 типа и высоким риском КИОПП, и не сказалось на результатах исследования, возможно, из-за достаточной предоперационной подготовки.

При плановых вмешательствах есть возможность подготовить пациента или отсрочить операцию у пациентов с нарушенной функцией почек. В острой ситуации необходимо использовать принципы минимального введения РКВ при ЧКВ, особенно у пациентов с факторами риска развития КИОПП [17]. Важную роль в данном аспекте занимает применение ВСУЗИ.

Стратегия эндоваскулярного вмешательства у данной группы пациентов строится на следующих принципах. Минимальное введение РКВ для коронарографии (из расчета объем РКВ/СКФ <1,4). Использовать для введения РКВ небольшие шприцы (5 см³) [18]. Этого достаточно, т.к. особенностью коронарного кровотока является его малый объем 5-7 мл. Дополнительно уменьшить объем вводимого РКВ можно, используя катетеры меньшего диаметра. Так, предпочтительный размер инструмента на диагностическом этапе 5Fr, а выбор проводникового катетера ограничить до 6Fr (если стратегия реваскуляризации не предусматривает изначального выбора гайда 7Fr в случае сложных поражений или параллельного использования ВСУЗИ) [19]. Важно не использовать катетеры с боковыми отверстиями. При выборе режима рентгеноскопии/графии руководствуемся минимально достаточной дозой (в сторону улучшения визуализации). Установка проводникового катетера осуществляется без использования РКВ. Кроме того, при замене инструмента или введением лекарственных препаратов выполняется аспирация РКВ из катетера [20]. Это позволяет избежать необоснованного введения до 6 мл РКВ: гайд-катетер — 2,5 мл; линия от 2,0 до

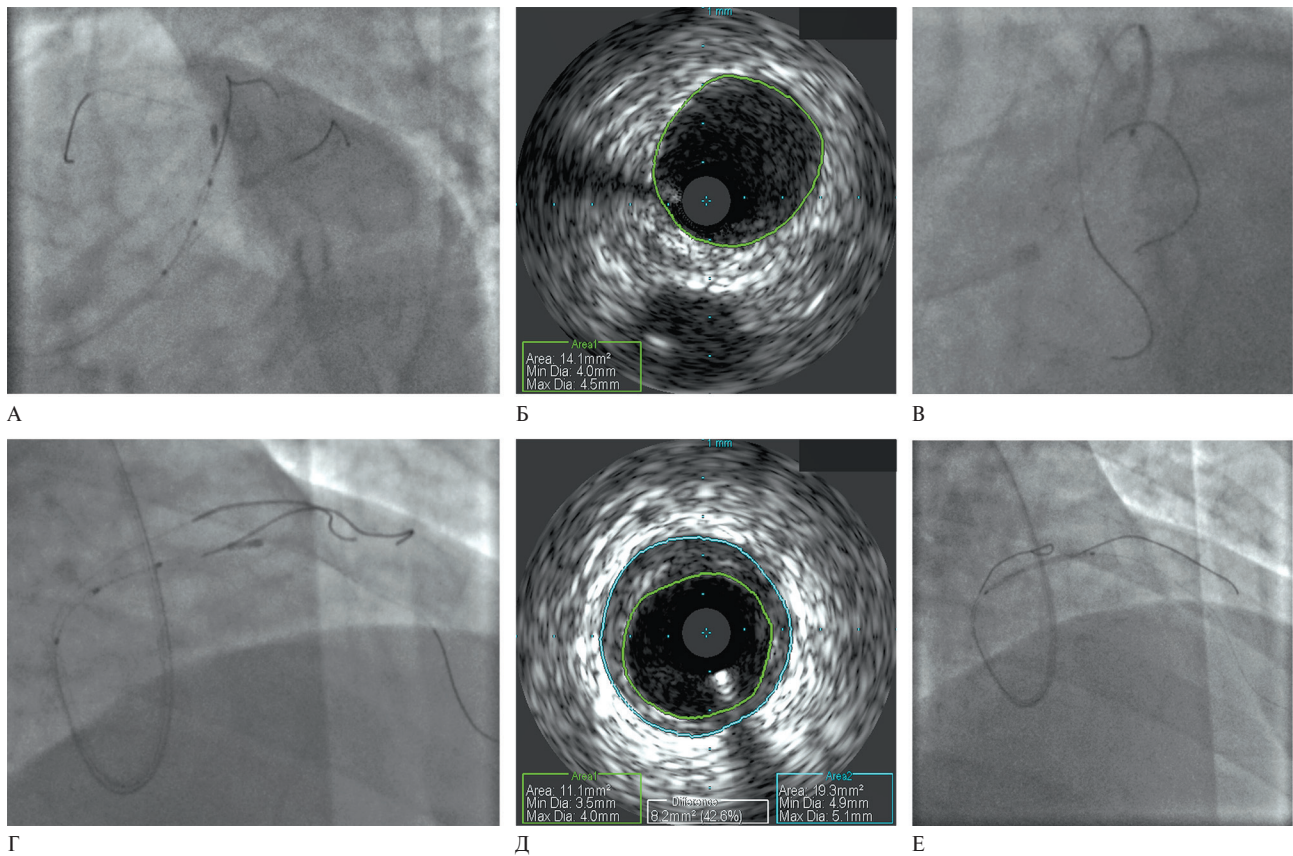


Рис. 1 Поиск и маркировка участков, подходящих для имплантации стента с применением ВСУЗИ. А — проксимальная точка имплантации стента помечена дополнительным проводником; Б — ВСУЗИ изображение проксимальной точки имплантации стента; Г — дистальная точка имплантации стента помечена дополнительным проводником; Д — ВСУЗИ изображение дистальной точки имплантации стента; Е — ВСУЗИ изображение дистальной точки имплантации стента; В и Е — позиционирование стента ориентируясь на проводники в боковых ветвях.

3,0 мл; манифолд — 0,5 мл; Y — коннектор — 0,4 мл; 3-х ходовой краник — 0,1 мл.

Некоторые современные ангиографические комплексы оснащены функциями, такой как коронарный Roadmap, позволяющими манипулировать эндоваскулярным инструментом по сформированным ориентирам. В других ангиографических аппаратах удобно вывести исходную коронарографию на референсный экран, для облегчения проведения инструмента без дополнительного введения РКВ.

Для определения зоны имплантации стента оптимально пользоваться ВСУЗИ. Без дополнительного введения РКВ ВСУЗИ позволяет находить анатомические ориентиры (боковая ветвь), использовать дополнительный проводник в качестве маяка [19]. А автоматизированная протяжка датчика ВСУЗИ по артерии помогает в выборе длины стента и референсных просветов. На рисунке 1 представлен способ поиска и маркировки участков, подходящих для имплантации стента с применением ВСУЗИ и "Metallic silhouette" technique: проводники в боковых ветвях по проксимальному и дистальному краю поражения. В данном случае поиск landing zone, имплантация и оптимизация стента выполнены без введения РКВ, только под ВСУЗИ контролем.

В ходе операции контроль за гемодинамикой осуществляется с помощью мониторинга инвазивного давления. А для решения вопроса о необходимости дополнительного воздействия и достижения оптимальных критериев ЧКВ используется ВСУЗИ [10]. Удовлетворяющие результаты ВСУЗИ позволяют выполнить финальную ангиографию введением 3-5 мл РКВ без предварительного заполнения катетера, для исключения перфораций.

Как видно из результатов настоящего исследования, применение ВСУЗИ как инструмента для оптимизации ЧКВ, не приводит к уменьшению объема используемого РКВ. Только сочетание определенного алгоритма и ВСУЗИ приводит к минимальному сопровождению РКВ процедуры стентирования.

Заключение

Нефротоксичность рентген-контрастных лекарственных средств является дозозависимой, поэтому проведение ЧКВ с рациональным ограничением объема РКВ — один из важнейших факторов профилактики развития острого повреждения почек. У пациентов с ОКС без подъема сегмента ST применение ВСУЗИ и соблюдение принципов минимального введения РКВ позволяет достигнуть

оптимальных результатов ЧКВ, уменьшить объем введенного РКВ и, как следствие, вероятность нарушения функции почек.

Отношения и деятельность: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Литература/References

1. Himadri Shankar. Estimating contrast-induced nephropathy risk with a simplified score: a cohort study. *Stud J Health Res Afr.* 2024;5(6):6. doi:10.51168/sjhrafrica.v5i6.1261.
2. Sinititsin VE, Filatova DA, Mershina EA. Contrast-induced acute renal injury: the modern state of issue. *Medical Visualization.* 2022; 26(1):27-39. (In Russ.) Синицын В.Е., Филатова Д.А., Мершина Е.А. Контраст-индуцированное острое почечное повреждение: современное состояние вопроса. *Медицинская визуализация.* 2022;26(1):27-39. doi:10.24835/10.24835/1607-0763-1088.
3. Moiseev VC, Mukhin NA, Smirnov AV, et al. Cardiovascular risk and chronic kidney disease: cardio — nephroprotection strategies. *Russian Journal of Cardiology.* 2014;(8):7-37. (In Russ.) Моисеев В.С., Мухин Н.А., Смирнов А.В. и др. Сердечно-сосудистый риск и хроническая болезнь почек: стратегии кардио-нефропротекции. *Российский кардиологический журнал.* 2014;(8):7-37. doi:10.15829/1560-4071-2014-8-7-37.
4. Petrov VI, Kudasheva AA, Frolov DV. Contrast — induced nephropathy: prevalence, diagnosis, prevention and treatment *Journal of Volgograd state medical university.* 2022;(2):7-18. (In Russ.) Петров В.И., Кудашева А.А., Фролов Д.В. Контраст-индуцированная нефропатия: распространенность, диагностика, меры профилактики и лечение. *Вестник ВолГМУ.* 2022;(2):7-18. doi:10.19163/1994-9480-2022-19-2-7-18.
5. Theofilis P, Kalaitzidis R. Navigating nephrotoxic waters: A comprehensive overview of contrast-induced acute kidney injury prevention. *World J Radiol.* 2024;16(6):168-83. doi:10.4329/wjr.v16.i6.168.
6. Ursta A, Kharkov E, Petrova M, et al. Contrast — induced nephropathy in subjects with acute coronary syndrome. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2016;(3):108-12. (In Russ.) Урста А., Харьков Е., Петрова М. и др. Контраст-индуцированная нефропатия у больных с острым коронарным синдромом. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2016;(3):108-12. doi:10.17802/2306-1278-2016-3-108-112.
7. Demchuk OV, Sukmanova IA, Ponomarenko IV, et al. Contrast-induced nephropathy in patients with acute coronary syndrome: clinical significance, diagnosis, prophylaxis. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2020;19(2):2255. (In Russ.) Демчук О.В., Сукманова И.А., Пономаренко И.В. и др. Контраст-индуцированная нефропатия у пациентов с острым коронарным синдромом: клиническое значение, диагностика, методы профилактики. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2020; 19(2):2255. doi:10.15829/1728-8800-2019-2255.
8. Mintz GS, Nissen SE, Anderson WD, et al. American college of cardiology clinical expert consensus document on standards for acquisition, measurement and reporting of intravascular ultrasound studies (IVUS). A report of the American college of cardiology task force on clinical expert consensus documents. *J Am Coll Cardiol.* 2001;37(5):1478-92. doi:10.1016/s0735-1097(01)01175-5.
9. Johnson TW, Räber L, di Mario C, et al. Clinical use of intracoronary imaging. Part 2: acute coronary syndromes, ambiguous coronary angiography findings, and guiding interventional decision-making: an expert consensus document of the European association of percutaneous cardiovascular interventions. *Eur Heart J.* 2019; 40(31):2566-84. doi:10.1093/eurheartj/ehz332.
10. Zhang J, Gao X, Kan J, et al. Intravascular ultrasound versus angiography-guided drug-eluting stent implantation: the ULTIMATE trial. *J Am Coll Cardiol.* 2018;72(24):3126-37. doi:10.1016/j.jacc.2018.09.013.
11. Hong SJ, Mintz GS, Ahn CM, et al. IVUS-XPL investigators. Effect of intravascular ultrasound-guided drug-eluting stent implantation: 5-year follow-up of the IVUS-XPL randomized trial. *JACC Cardiovasc Interv.* 2020;13(1):62-71. doi:10.1016/j.jcin.2019.09.033.
12. Dimitriadis K, Pyrpis N, Papanikolaou A, et al. Intravascular imaging in ultra-low or zero-contrast percutaneous coronary interventions: the time is now? *J Clinical Med.* 2023;12(23):7499 doi:10.3390/jcm12237499.
13. Eric A, Sahil A, Maureen K, et al. Intravascular ultrasound guidance for lower extremity arterial and venous interventions. *EuroIntervention.* 2022;18(7):598-608. doi:10.4244/EIJ-D-21-00898.
14. Azzalini L, Hachinohe D, Regazzoli D, et al. Ultra-low contrast percutaneous coronary intervention in patients with severe chronic kidney disease. *EuroIntervention.* 2018;14(8):896-7. doi:10.4244/EIJ-D-17-00774.
15. Alekhan BG, Boytsov SA, Manoshkina EM, Ganyukov VI. Analysis of Russian national indicators of myocardial revascularization in patients with acute coronary syndrome in 2022. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2023;10(3):260-9. (In Russ.) Алехан Б.Г., Бойцов С.А., Маношкина Е.М., Ганюков В.И. Анализ российских национальных показателей реваскуляризации миокарда у больных с острым коронарным синдромом в 2022 г. *Эндоваскулярная хирургия.* 2023;10(3):260-9. doi:10.24183/2409-4080-2023-10-3-260-269.
16. Manske CL, Sprafka JM, Strony JT, et al. Contrast nephropathy in azotemic diabetic patients undergoing coronary angiography. *Am J Med.* 1990;89(5):615-20. doi:10.1016/0002-9343(90)90180-I.
17. Ezhumalai B. The principles of ultra-low contrast percutaneous coronary intervention. *Indian Heart J.* 2022;74(3):258-9. doi:10.1016/j.ihj.2022.04.005.
18. Sacha J. Marking wire technique for zero-contrast percutaneous coronary interventions. *Postepy Kardiologii Interwencyjnej.* 2018; 14(2):204-5. doi:10.5114/aic.2018.76416.
19. Almendarez M, Gurm HS, Mariani J Jr, et al. Procedural strategies to reduce the incidence of contrast-induced acute kidney injury during percutaneous coronary intervention *JACC Cardiovasc Interv.* 2019;12(19):1877-88. doi:10.1016/j.jcin.2019.04.055.
20. Räber L, Mintz GS, Koskinas KC, et al. Clinical use of intracoronary imaging. Part 1: guidance and optimization of coronary interventions. An expert consensus document of the European association of percutaneous cardiovascular interventions. *Eur Heart J.* 2018; 39(35):3281-300. doi:10.1093/eurheartj/ehy285.