

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ТАКТИКА РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ ВНУТРИСТЕНТОВОГО РЕСТЕНОЗА ПОСЛЕ ЧРЕСКОЖНОГО КОРОНАРНОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СТЕНТОВ

А.Р. Аль-Сулами<sup>1</sup>, А.С. Зиядинов<sup>2</sup>, В.А. Крисанов<sup>2</sup>, В.С. Иванченко<sup>1</sup>, А.В. Ушаков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ордена Трудового Красного Знамени Медицинский институт им. С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Симферополь, Россия

<sup>2</sup>ГБУЗ РК «Республиканская клиническая больница им. Н.А. Семашко», Симферополь, Россия

**Цель:** провести сравнительный анализ характеристик внутривенного рестеноза коронарных артерий и оценить эффективность повторной реваскуляризации с использованием стентов, выделяющих лекарственное средство (СВЛ), и баллонной ангиопластики с применением баллонного катетера с лекарственным покрытием (БЛП) у пациентов с рестенозом в зависимости от наличия СД 2 типа. **Материалы и методы:** в исследование включены 122 пациента (возраст — 59,7±4,9 лет) с наличием внутривенного рестеноза после первичного чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) с применением голометаллических стентов (ГМС) и голометаллических стентов с углеродным покрытием (ГМСУП) по поводу острого коронарного синдрома (ОКС) без подъёма сегмента ST. В I группу вошли 55 пациентов, не имеющих СД в анамнезе, во II группу — 67 пациентов с СД 2 типа. Пациенты обеих групп были распределены на две подгруппы, которым выполнялась повторная реваскуляризация с использованием СВЛ нового поколения (стент-системы с эверолимусом и сиролимусом) или с использованием БЛП, покрытых паклитакселем. **Результаты:** при сравнительном анализе установлено, что у пациентов обеих групп с ГМС имели место большая длина и диаметр рестеноза по сравнению с пациентами, которым были имплантированы ГМСУП. У пациентов с СД определялось значительное повышение сывороточных концентраций эндокана, фактора роста тромбоцитов (ФРТ) и С-реактивного белка (СРБ) по сравнению с пациентами без СД. В ходе корреляционного анализа установлены следующие взаимосвязи: в I группе — уровень эндокана с длиной рестеноза ( $r=0,41$ ,  $p<0,05$ ), уровень СРБ с длиной ( $r=0,36$ ,  $p<0,05$ ) и диаметром рестеноза ( $r=0,33$ ,  $p<0,05$ ); во II группе — уровень эндокана с длиной ( $r=0,51$ ,  $p<0,05$ ) и диаметром рестеноза ( $r=0,54$ ,  $p<0,05$ ), уровень ФРТ с диаметром рестеноза ( $r=0,39$ ,  $p<0,05$ ). Через 12 месяцев после повторной реваскуляризации существенных различий по частоте основных сердечно-сосудистых событий среди пациентов I группы выявлено не было. Однако среди пациентов с СД частота рецидива рестеноза (17,1%) и тромбоза стента (8,6%) при реваскуляризации с помощью СВЛ статистически значимо превышала частоту неблагоприятных событий по сравнению с реваскуляризацией БЛП ( $p<0,05$ ). **Заключение:** СД 2 типа существенно ухудшает прогноз после ЧКВ, усиливая воспалительные и пролиферативные процессы, а также является значимым модификатором исхода реваскуляризации при внутривенном рестенозе. У пациентов без СД применение как СВЛ, так и БЛП продемонстрировало сопоставимую эффективность и безопасность. У пациентов с СД 2 типа имплантация СВЛ показала худшие результаты по сравнению с имплантацией БЛП.

**Ключевые слова:** чрескожное коронарное вмешательство; внутривенный рестеноз; сахарный диабет; эндокан; стент, выделяющий лекарственное вещество; баллонный катетер с лекарственным покрытием.

**Для цитирования:** Аль-Сулами А.Р., Зиядинов А.С., Крисанов В.А., Иванченко В.С., Ушаков А.В. Сравнительная характеристика и тактика реваскуляризации внутривенного рестеноза после чрескожного коронарного вмешательства с использованием различных видов стентов. *Южно-Российский журнал терапевтической практики*. 2025;6(1):59-65. DOI: 10.21886/2712-8156-2025-6-1-59-65.

**Контактное лицо:** Аль-Сулами Альтагер Пароб, xlighton@gmail.com.

## COMPARATIVE CHARACTERISTICS AND REVASCULARIZATION STRATEGY OF IN-STENT RESTENOSIS AFTER PERCUTANEOUS CORONARY INTERVENTION WITH DIFFERENT TYPES OF STENTS

A.R. Al-Sulami<sup>1</sup>, A.S. Ziiadinov<sup>2</sup>, V.A. Krisanov<sup>2</sup>, V.S. Ivanchenko<sup>1</sup>, A.V. Ushakov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Order of the Red Banner of Labor Medical Institute n. a. S.I. Georgievsky, CFU n. a. V.I. Vernadsky, Simferopol, Russia

<sup>2</sup>Republican Clinical Hospital n. a. N.A. Semashko, Simferopol, Russia

**Objective:** to perform a comparative analysis of characteristics of coronary arteries in-stent restenosis and to evaluate effectiveness of repeat revascularization using drug-eluting stents (DES) and drug-eluting balloon angioplasty (DEB) in patients with restenosis depending on the presence/absence of type 2 diabetes. **Materials and methods:** the study included 122 patients (age  $59.7 \pm 4.9$  years) treated for in-stent restenosis after primary percutaneous coronary intervention (PCI) using bare-metal stents (BMS) and bare-metal carbon-coated stents (BMCCS) for non-ST-segment elevation acute coronary syndrome (ACS) at the Republican Clinical Hospital named after N.A. Semashko. Group 1 included 55 patients without a history of diabetes, group 2 included 67 patients with type 2 diabetes. Patients in both groups were divided into 2 subgroups, which underwent repeat revascularization with one of the options - using a new generation DES (stent system with everolimus and sirolimus) or using DEB coated with paclitaxel. **Results:** patients in both groups with BMS had a larger length and diameter of in-stent restenosis compared to patients with BMCCS. Patients with diabetes had a significant increase in serum concentrations of endocan, platelet-derived growth factor (PDGF) and C-reactive protein (CRP) compared to patients without diabetes. The following relationships were established during the correlation analysis: group 1 - endocan level with length of restenosis ( $r=0.41$ ,  $p<0.05$ ), CRP level with length ( $r=0.36$ ,  $p<0.05$ ) and diameter of restenosis ( $r=0.33$ ,  $p<0.05$ ); group 2 - endocan level with length ( $r=0.51$ ,  $p<0.05$ ) and diameter of restenosis ( $r=0.54$ ,  $p<0.05$ ), PDGF level with diameter of restenosis ( $r=0.39$ ,  $p<0.05$ ). Twelve months follow-up after repeat revascularization revealed no significant differences in the incidence of major cardiovascular events in group 1 patients with implanted DES and DEB. However, in patients with diabetes, the rate of recurrent restenosis (17.1%) and stent thrombosis (8.6%) after revascularization with DES was significantly higher compared to patients with DEB ( $p < 0.05$ ). **Conclusion:** type 2 diabetes significantly worsens the prognosis after PCI, increasing inflammatory and proliferative processes, and appears to be an important modifier of outcomes after repeat revascularization of in-stent restenosis. In patients without type 2 diabetes the use of both DES and DEB for in-stent restenosis demonstrated comparable efficacy and safety during 1-year follow-up. At the same time, in patients with type 2 diabetes DES implantation showed worse results compared to patients with DEB implantation.

**Keywords:** percutaneous coronary intervention, in-stent restenosis, diabetes mellitus, endocan, drug-eluting stent, drug-eluting balloon.

**For citation:** Al-Sulami A.R., Ziyadinov A.S., Krisanov V.A., Ivanchenko V.S., Ushakov A.V. Comparative characteristics and revascularization strategy of in-stent restenosis after percutaneous coronary intervention with different types of stents. *South Russian Journal of Therapeutic Practice*. 2025;6(1):59-65. DOI: 10.21886/2712-8156-2025-6-1-59-65.

**Corresponding author:** Al-Sulami Altager, xlighton@gmail.com.

## Введение

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) остаются лидирующей причиной смертности и инвалидизации взрослого населения во всём мире на протяжении более 20 лет<sup>1</sup>.

Непропорционально высокое бремя неблагоприятных исходов ССЗ характерно для пациентов, страдающих сахарным диабетом (СД). СД и его осложнения представляют собой одну из ведущих проблем современного здравоохранения, оказывая значительное влияние на социально-экономическое состояние большинства развитых и развивающихся стран [1]. Согласно данным Международной федерации диабета, более 10% взрослого населения в возрасте 20–79 лет страдает СД, при этом доля СД 2 типа составляет 90% среди всех случаев диабета [2].

СД 2 типа оказывает неблагоприятное влияние на течение и прогноз острого коронарного синдрома (ОКС), а также, по данным многочисленных исследований, увеличивает риск внутривенного рестеноза после первичного чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) [3, 4].

Несмотря на существенные достижения интервенционной кардиологии за последние де-

сятилетия, внутривенный рестеноз является основной причиной необходимости повторной реваскуляризации у пациентов, перенёсших ОКС. Частота внутривенного рестеноза остаётся высокой и значительно варьируется в зависимости от наличия у пациентов артериальной гипертензии, СД, наследственной предрасположенности, от приверженности к медикаментозной терапии, а также от характеристик самих стентов (их количества, протяжённости, диаметра, наличия лекарственного покрытия) [5].

На сегодняшний день в качестве наиболее оптимальной стратегии коррекции внутривенного рестеноза рассматриваются два варианта: повторное стентирование с использованием стентов, выделяющих лекарственное средство (СВЛ), или баллонная ангиопластика с применением баллонного катетера с лекарственным покрытием (БЛП). Необходимо отметить, что повторное ЧКВ по поводу внутривенного рестеноза ассоциируется с более высокой частотой развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий. Преимуществом БЛП является возможность избежать излишней «металлизации» коронарных артерий и тем самым снизить риск рецидива рестеноза. С другой стороны, использование СВЛ позволяет уменьшить вероятность неэффективности реваскуляризации пораженного сосуда [6, 7].

1 World Health Organization. The top 10 causes of death. 2019. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news/item/09-12-2020-who-reveals-leading-causes-of-death-and-disability-world-wide-2000-2019>

Таким образом, до сих пор нет однозначного ответа по поводу предпочтительной тактики реваскуляризации внутривенного рестеноза, клинической эффективности и безопасности применения СВЛ или БЛП, особенно у пациентов, имеющих в качестве дополнительного фактора риска СД 2 типа.

**Цель исследования** — провести сравнительный анализ характеристик внутривенного рестеноза после первичного ЧКВ с использованием голометаллических стентов (ГМС) и голометаллических стентов с углеродным покрытием (ГМСУП), а также оценить эффективность и безопасность повторной реваскуляризации с использованием СВЛ и БЛП у пациентов с внутривенным рестенозом в зависимости от наличия/отсутствия СД 2 типа.

### Материал и методы

В исследование были включены 122 пациента (средний возраст —  $59,7 \pm 4,9$  лет) с наличием внутривенного рестеноза, по данным коронароангиографии, которым выполнялась повторная реваскуляризация одним из вариантов — с использованием СВЛ нового поколения (стент-системы с эверолимусом или сиролимусом) или с использованием БЛП, покрытых паклитакселом на базе ГБУЗ РК «РКБ им. Н.А. Семашко». У исследуемых пациентов было выполнено первичное ЧКВ с ГМС или ГМСУП по поводу ОКС без подъёма сегмента ST.

Критерий включения — наличие внутривенного рестеноза через 1 год после первичного ЧКВ.

Критерии исключения: отказ от участия в исследовании; отсутствие, по данным коронароангиографии, показаний к реваскуляризации; наличие, по данным коронароангиографии, показаний для проведения аорто(маммаро)-коронарного шунтирования; гемодинамически значимые пороки сердца; некоронарогенные заболевания сердца; СД 1 типа; острые и хронические в фазе обострения воспалительные заболевания; злокачественные новообразования; болезни крови; неконтролируемая артериальная гипертензия; заболевания почек, печени, лёгких с нарушением их функции; психические заболевания, ограничивающие дееспособность пациента; возраст младше 18 лет.

Протокол исследования был одобрен независимым этическим комитетом ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского» (протокол № 3 от 14.03.2024). У всех лиц, включённых в исследование, было получено письменное согласие на проведение обследования и использование их данных.

Все исследуемые были разделены на две группы: I группа — 55 пациентов, не имеющих в анамнезе СД (38 мужчин, 17 женщин, средний возраст —  $64,2 \pm 3,9$  лет); II группа — 67 пациентов, страдающих СД 2 типа (48 мужчин, 19 женщин, средний возраст —  $56,8 \pm 4,2$  года, длительность СД составила  $5,8 \pm 3,6$  лет). Группы были сопоставимы по возрастному-половому составу, принимаемой сердечно-сосудистой терапии. В I группе при первичном ЧКВ ГМС были имплантированы у 39 пациентов, ГМСУП — у 16 пациентов, во II группе ГМС у 52 пациентов, ГМСУП — 15 пациентов.

Всем пациентам проводилось стандартное общеклиническое, лабораторное и инструментальное (электрокардиография, коронароангиография, эхокардиография) обследование перед проведением повторной реваскуляризации и через 12 месяцев после неё. Лабораторное исследование также включало определение сыровоточных концентраций эндотелина (тест-система Human Endothelial cell-specific molecule-1, Aviscera Bioscience, США), фактора роста тромбоцитов (ФРТ) (тест-система Roche Diagnostics GmbH, Германия), С-реактивного белка (СРБ) (тест-система ИХА-СРБ-Фактор, ООО «ФАКТОР МЕД», Россия). Кровь для исследования брали из локтевой вены утром натощак до проведения процедуры ЧКВ.

Многопроекционная коронароангиография проводилась на ангиографических установках GE Inova (производитель «General Electric») и Phillips Allure (производитель «Phillips») по стандартному протоколу. Под внутривенным рестенозом принимали определяемый ангиографически диаметр стеноза более 50% внутри сегмента стента или по его краям (5-миллиметровые участки проксимальнее и дистальнее стента). Характеристика типов рестеноза определялась в соответствии с классификацией R. Mehran [8].

Статистическая обработка полученных данных осуществлялась при помощи пакета прикладных программ Excel 2013, IBM SPSS Statistics 22. Данные представлены в виде  $M \pm m$ .

### Результаты

По результатам коронароангиографии, внутривенные рестенозы у пациентов обеих групп локализовались в бассейнах правой коронарной, передней межжелудочковой и огибающей артериях. Существенных различий в локализации рестенозов, в исследуемых группах выявлено не было. Однако были установлены определённые различия по морфологическим характеристикам рестенозов, что представлено в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, в обеих группах преобладал локальный и диффузный (в пределах стента) рестеноз, реже всего наблюдалась пол-

**Ангиографические характеристики внутривентриальных рестенозов в исследуемых группах**  
*Angiographic characteristics of in-stent restenoses in the study groups*

Показатель	Группа I (n=55)		Группа II (n=67)	
	ГМС (n=39)	ГМСУП (n=16)	ГМС (n=52)	ГМСУП (n=15)
<b>Бассейн пораженного сосуда, n (%)</b>				
ПКА	9 (23,1)	3 (18,8)	10 (19,2)	3 (20,0)
ПМЖВ	22 (56,4)	9 (56,2)	31 (59,6)	9 (60,0)
ОА	8 (20,5)	4 (25,0)	11 (21,2)	3 (20,0)
<b>Морфология рестеноза в стенте по R. Mehran, n (%)</b>				
Локальный	20 (51,3)	11 (62,5)	29 (55,8)	9 (60,0)
Диффузный (в пределах стента)	11 (28,2)	4 (25,0)	14 (26,9)	4 (26,6)
Пролиферативный	6 (15,4)	2 (12,5)	6 (11,5)	1 (6,7)
Окклюзия	2 (5,1)	0 (0)	3 (5,8)	1 (6,7)
<b>Характеристика локального рестеноза по R. Mehran, n (%)</b>				
В промежутке между стентами/краевой (тип IA/ IB)	9 (45,0)	4 (36,4)	11 (37,9)	3 (33,3)
В пределах стента (тип IC)	6 (30,0)	3 (27,2)	8 (27,6)	4 (44,5)
Мультифокальный (тип ID)	5 (25,0)	4 (36,4)	10 (34,5)	2 (22,2)
<b>Тип поражения В2/С по АСС/АНА, n (%)</b>	15 (38,4)	3 (18,7)	31 (59,6) *	5 (33,3) °
<b>Длина рестеноза, мм (M±m)</b>	14,8±3,1	9,6±2,4°	15,2±3,5	11,1±2,3°
<b>Диаметр рестеноза, % (M±m)</b>	79,4±12,1	60,7±9,6°	82,6±11,8	62,8±10,5°
<b>Референсный диаметр сосуда, мм (M±m)</b>	2,9±0,3	3,0±0,4	2,9±0,4	3,1±0,4
<b>Минимальный диаметр просвета, мм (M±m)</b>	0,7±0,2	0,8±0,2	0,7±0,3	0,6±0,2

**Примечания:** ГМС — голометаллический стент, ГМСУП — голометаллический стент с углеродным покрытием, ОА — огибающая артерия, ПКА — правая коронарная артерия, ПМЖВ — передняя межжелудочковая ветвь; \* —  $p < 0,05$  по отношению к ГМС в группе 1; ° —  $p < 0,05$  по отношению к ГМС внутри группы.

**Notes:** BMS — bare metal stent, BMCS — bare metal stent with carbon coating, LA — circumflex artery, RCA — right coronary artery, LAD — anterior interventricular branch; \* —  $p < 0.05$  in relation to BMS in group 1; ° —  $p < 0.05$  in relation to BMS within the group.

ная окклюзия внутри стента. В группе пациентов с СД более часто выявлялось поражение коронарных артерий по типу В2/С, согласно классификации АСС/АНА [9]. При сравнительном анализе степени рестеноза было установлено, что у пациентов обеих групп с установленными ГМС имели место большая длина и диаметр рестеноза по сравнению с пациентами, которым были имплантированы ГМСУП.

При сравнительном анализе сывороточных концентраций эндокана, ФРТ и СРБ в исследуемых группах наблюдались значимые различия, что представлено в таблице 2.

Из данных таблицы 2 следует, что в группе пациентов с СД определялось значительное повышение сывороточных концентраций эндокана, ФРТ и СРБ по сравнению с пациентами без СД. При этом внутри каждой группы среди пациентов с установленными ранее ГМС наблюдалась тенденция к увеличению уровня данных биомаркеров по сравнению с пациентами с ГМСУП, которая, однако, не достигала статистической значимости.

При проведении корреляционного анализа в обеих группах наблюдались прямые корреляционные связи сывороточных концентраций провоспалительных биомаркеров с длиной и диаметром рестеноза. Так, в I группе была установлена умеренная корреляция уровня эндокана с длиной рестеноза ( $r=0,41$ ,  $p<0,05$ ), уровня СРБ с длиной ( $r=0,36$ ,  $p<0,05$ ) и диаметром рестеноза ( $r=0,33$ ,  $p<0,05$ ). Во II группе была выявлена корреляция средней силы уровня эндокана с длиной ( $r=0,51$ ,  $p<0,05$ ) и диаметром рестеноза ( $r=0,54$ ,  $p<0,05$ ), а также умеренная корреляция уровня ФРТ с диаметром рестеноза ( $r=0,39$ ,  $p<0,05$ ).

Следующим этапом нашего исследования явился сравнительный анализ отдаленных последствий эндоваскулярной коррекции рестенозов. Пациенты обеих групп были распределены на две подгруппы, в которых реваскуляризация проводилась с помощью установки СВЛ или БЛП. Выбор тактики реваскуляризации определялся характеристиками рестеноза. В группу для установки БЛП не были включены пациенты с окклюзивным типом ресте-

Таблица / Table 2

**Сывороточные концентрации эндокана, ФРТ, СРБ в исследуемых группах**  
*Serum concentrations of endocan, FRT, CRP in the study groups*

Показатель, (M±m)	Группа I (n=55)		Группа II (n=67)	
	ГМС (n=39)	ГМСУП (n=16)	ГМС (n=52)	ГМСУП (n=15)
Эндокан, нг/мл	22,1±4,6	20,7±4,1	28,1±5,9*	25,4±5,1°
Фактор роста тромбоцитов, пг/мл	265,2±12,1	251,4±10,6	312,5±13,2*	290,6±13,4°
С-реактивный белок, мг/л	8,0±0,9	7,9±0,7	9,1±0,8*	8,4±0,9

**Примечания:** ГМС — голометаллический стент, ГМСУП — голометаллический стент с углеродным покрытием; \* —  $p < 0,05$  по отношению к ГМС в I группе; ° —  $p < 0,05$  по отношению к ГМСУП в I группе.

**Notes:** BMS — bare metal stent, GMCS — bare metal stent with carbon coating; \* —  $p < 0.05$  in relation to BMS in group I; ° —  $p < 0.05$  in relation to GMCS in group I.

Таблица / Table 3

**Сравнительные характеристики исследуемых пациентов через 12 месяцев наблюдения**  
*Comparative characteristics of the studied patients after 12 months of observation*

Показатель	Группа I (n=55)		Группа II (n=67)	
	СВЛ (n=29)	БЛП (n=26)	СВЛ (n=35)	БЛП (n=32)
Рецидив рестеноза, n (%)	1 (3,4)	1 (3,8)	6 (17,1) *	3 (9,4) #
Тромбоз стента, n (%)	0 (0)	0 (0)	3 (8,6) *	0 (0) #
Инфаркт миокарда, n (%)	1 (3,4)	0 (0)	1 (2,8)	1 (3,1)
Смерть, n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (3,1)
Эндокан, нг/мл (M±m)	21,8±5,1	21,4±4,7	29,2±6,1*	28,6±5,7°
Фактор роста тромбоцитов, пг/мл (M±m)	260,4±13,2	262,5±11,7	305,6±12,4*	306,2±13,1°
С-реактивный белок, мг/л (M±m)	7,8±0,9	7,6±0,8	8,2±0,7	8,1±0,8

**Примечания:** \* —  $p < 0,05$  по отношению к СВЛ в I группе; ° —  $p < 0,05$  по отношению к БЛП в I группе; # —  $p < 0,05$  по отношению к СВЛ внутри группы.

**Notes:** \* —  $p < 0.05$  in relation to SVL in group I; ° —  $p < 0.05$  in relation to BLP in group I; # —  $p < 0.05$  in relation to SVL within the group.

ноза по классификации R. Mehran. В I группе СВЛ были установлены 29 пациентам, среди которых до повторного ЧКВ ГМС были у 20, ГМСУП — 9 пациентов, БЛП были установлены 26 пациентам, из них первично ГМС были у 19, ГМСУП — 6 пациентов. Во II группе СВЛ были установлены 35 пациентам (первично ГМС у 28 пациентов, ГМСУП — у 7), БЛП установлены 32 пациентам (первично ГМС у 24 пациентов, ГМСУП — у 8).

Через 12 месяцев после повторной реваскуляризации было проведено обследование, которое включало в себя оценку клинико-анамнестических и физикальных данных, стандартных инструментальных и лабораторных результатов, исследование сывороточных концентраций эндокана, ФРТ и СРБ. В конце периода наблюдения также учитывались основные неблагоприятные сердечно-сосудистые события, за которые принимали необходимость реваскуляризации целевого поражения (рецидив рестеноза), тромбоз стента, инфаркт миокарда,

смерть. В таблице 3 представлены сравнительные клинические, лабораторные и ангиографические характеристики пациентов через 12 месяцев наблюдения.

Из данных таблицы 3, можно сделать заключение, что существенных различий по частоте возникновения основных сердечно-сосудистых событий в подгруппах пациентов с установленными СВЛ и БЛП внутри I группы выявлено не было. Однако наблюдалось увеличение частоты рецидива рестеноза и тромбоза стента у пациентов с установленными СВЛ по сравнению с пациентами с БЛП внутри II группы. Более того, среди пациентов с СД частота рецидива рестеноза и тромбоза стента при реваскуляризации с помощью СВЛ статистически значимо превышала частоту данных неблагоприятных событий у пациентов без СД. Что касается провоспалительных биомаркеров, то сывороточные концентрации эндокана и ФРТ были существенно повышены в группе пациентов с СД как до реваскуляризации, так и через 12 месяцев после неё.

## Обсуждение

СД 2 типа является одним из важнейших факторов риска возникновения рестеноза после ЧКВ. Результаты, полученные в нашем исследовании, демонстрируют, что в группе пациентов с СД наблюдалась более высокая частота сложных поражений коронарных артерий типа В2/С по классификации АСС/АНА, что указывает на более агрессивный характер атерогенеза и повышенную активность пролиферативных процессов в сосудистой стенке у больных СД 2 типа. Обращает на себе внимание то, что использование ГМСУП ассоциировалось с меньшей степенью и длиной рестеноза по сравнению с ГМС. Данная особенность, вероятно, может быть обусловлена биосовместимостью углеродного покрытия с тканями сосуда, что способствует менее выраженной адгезии тромбоцитов и уменьшению экспрессии провоспалительных и пролиферативных цитокинов, тем самым замедляя гиперплазию неointимы после имплантации стента [10].

В группе пациентов с СД повышение по сравнению с пациентами без СД уровней эндокана, ФРТ и СРБ отражают наличие более выраженного провоспалительного и пролиферативного ответа. Выявленные в нашем исследовании корреляции провоспалительных биомаркеров с морфологическими параметрами рестеноза подтверждают, что воспаление является ключевым звеном в патогенезе формирования внутривенных рестенозов. Эндокан и ФРТ стимулируют пролиферацию и миграцию гладкомышечных клеток сосудов, способствуя развитию дисфункции эндотелия и гиперплазии неointимы [11, 12]. Полученные нами данные согласуются с общеизвестным фактом о том, что латентное системное воспаление и эндотелиальная дисфункция являются характерным проявлением СД 2 типа [13]. Однако даже среди пациентов с СД 2 типа ГМСУП демонстрируют преимущество, что подчеркивает их потенциальную роль в снижении риска рестенозов у данной категории больных.

Что касается тактики лечения рестенозов, результаты нашего исследования подчеркивают сложность выбора оптимальной стратегии реваскуляризации у пациентов с внутривенным

рестенозом, особенно на фоне СД 2 типа. Имплантация стентов и баллонная ангиопластика сопряжены с повреждением сосудистой стенки, за которым всегда следуют процессы восстановления, включающие эндотелизацию и образование неointимы. В ответ на механическое растяжение и субинтимальное кровоизлияние при эндоваскулярном вмешательстве происходит активация воспалительной реакции [14]. Отсутствие значимых различий по частоте основных сердечно-сосудистых событий у пациентов без СД при имплантации БЛП и СВЛ в целом согласуется с данными других исследований. Однако у пациентов с СД 2 типа использование СВЛ ассоциировалось с более высокой частотой рецидивов рестеноза и тромбоза по сравнению с использованием БЛП.

## Заключение

Таким образом, полученные нами данные подтверждают, что СД 2 типа существенно ухудшает прогноз после ЧКВ, усиливая воспалительные и пролиферативные процессы, а также является значимым модификатором исхода реваскуляризации при внутривенном рестенозе.

На фоне СД 2 типа выявлено значимое повышение концентраций провоспалительных биомаркеров — эндокана, ФРТ и СРБ, — уровень которых коррелировал с длиной и степенью рестеноза, что указывает на их значимую роль в развитии осложнений после ЧКВ.

У пациентов без СД 2 типа ангиопластика с применением баллонов, покрытых паклитакселем, и повторная имплантация стента с лекарственным покрытием по поводу внутривенного рестеноза демонстрируют сопоставимую эффективность и безопасность при наблюдении в течение 1 года. При этом у пациентов с СД 2 типа имплантация СВЛ показала худшие результаты по сравнению с пациентами без СД, что, вероятно, объясняется более выраженным локальным воспалительным и пролиферативным ответом характерным для больных СД.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Ahmad E, Lim S, Lamptey R, Webb DR, Davies MJ. Type 2 diabetes. *Lancet*. 2022;400(10365):1803-1820. DOI: 10.1016/S0140-6736(22)01655-5
2. Sun H, Saeedi P, Karuranga S, Pinkepank M, Ogurtsova K, Duncan BB, et al. IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. *Diabetes Res Clin Pract*. 2022;183:109119. DOI: 10.1016/j.diabres.2021.109119
3. Sun X, Zhang C, Ma Y, He Y, Zhang X, Wu J. Association between diabetes mellitus and primary restenosis following endovascular treatment: a comprehensive meta-analysis of randomized controlled trials. *Cardiovasc Diabetol*. 2024;23(1):132. DOI: 10.1186/s12933-024-02201-6
4. Tanner R, Farhan S, Giustino G, Sartori S, Feng Y, Hooda A, et

- al. Impact of diabetes mellitus on clinical outcomes after first episode in-stent restenosis PCI: Results from a large registry. *Int J Cardiol.* 2024;401:131856. DOI: 10.1016/j.ijcard.2024.131856
5. Zhang J, Zhang Q, Zhao K, Bian YJ, Liu Y, Xue YT. Risk factors for in-stent restenosis after coronary stent implantation in patients with coronary artery disease: A retrospective observational study. *Medicine (Baltimore).* 2022;101(47):e31707. DOI: 10.1097/MD.00000000000031707
  6. Шевченко Ю.Л., Ермаков Д.Ю., Масленников М.А., Ульбашев Д.С., Вахрамеева А.Ю. Тактика эндоваскулярного лечения больных ишемической болезнью сердца с рецидивом внутристенотового рестеноза коронарных артерий с использованием стент-систем второго и третьего поколения и покрытых пакли-такселем баллонных катетеров. *Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова.* 2024;32(1):5-16. Shevchenko Y.L., Ermakov D.Y., Maslennikov M.A., Ul'bashev D.S., Vakhrameyeva A.Y. Tactics of Endovascular Treatment of Patients with Coronary Heart Disease with Recurrent Coronary In-Stent Restenosis Using Second- and Third-Generation Stent Systems and Paclitaxel-Coated Balloon Catheters. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald.* 2024;32(1):5-16. (In Russ.) DOI: 10.17816/PAVLOV1625996
  7. Di Maio M, Esposito L, Silverio A, Bellino M, Cancro FP, De Luca G, et al. Prognostic significance of the SYNTAX score and SYNTAX score II in patients with myocardial infarction treated with percutaneous coronary intervention. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2023;102(5):779-787. DOI: 10.1002/ccd.30842
  8. Giustino G, Colombo A, Camaj A, Yasumura K, Mehran R, Stone GW, et al. Coronary In-Stent Restenosis: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol.* 2022;80(4):348-372. DOI: 10.1016/j.jacc.2022.05.017
  9. Konigstein M, Redfors B, Zhang Z, Kotinkaduwa LN, Mintz GS, Smits PC, et al. Utility of the ACC/AHA Lesion Classification to Predict Outcomes After Contemporary DES Treatment: Individual Patient Data Pooled Analysis From 7 Randomized Trials. *J Am Heart Assoc.* 2022;11(24):e025275. DOI: 10.1161/JAHA.121.025275
  10. Базылев В.В., Шматов М.Г., Пьянзин А.И., Морозов З.А. Отдаленные результаты применения отечественных коронарных стентов с биоинертным углеродным покрытием «Наномед». *Журнал Диагностическая и интервенционная радиология.* 2020;14(1);47-54. Bazylev V.V., Shmatkov M.G., Pianzin A.I., Morozov Z.A. Long-term results of using domestic coronary stents with bioinert carbon coating, «Nanomed». *Journal Diagnostic & interventional radiology.* 2020; 14(1); 47-54. DOI: 10.25512/DIR.2020.14.1.05.
  11. Cao Z, Liu Y, Wang Y, Leng P. Research progress on the role of PDGF/PDGFR in type 2 diabetes. *Biomed Pharmacother.* 2023;164:114983. DOI: 10.1016/j.biopha.2023.114983
  12. Klisic A, Patoulias D. The Role of Endocan in Cardiometabolic Disorders. *Metabolites.* 2023;13(5):640. DOI: 10.3390/metabo13050640
  13. Jakubiak GK, Pawlas N, Ciešlar G, Stanek A. Pathogenesis and Clinical Significance of In-Stent Restenosis in Patients with Diabetes. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2021;18(22):11970. DOI: 10.3390/ijerph182211970
  14. Giacoppo D, Alfonso F, Xu B, Claessen BEPM, Adriaenssens T, Jensen C, et al. Drug-Coated Balloon Angioplasty Versus Drug-Eluting Stent Implantation in Patients With Coronary Stent Restenosis. *J Am Coll Cardiol.* 2020;75(21):2664-2678. DOI: 10.1016/j.jacc.2020.04.006

## Информация об авторах

**Аль-Сулами Альтагер Рагеб**, аспирант кафедры внутренней медицины №1 Ордена Трудового Красного Знамени Медицинского института им. С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Симферополь, Россия, <https://orcid.org/0009-0007-7739-481X>, [xlighton@gmail.com](mailto:xlighton@gmail.com).

**Зиядинов Актем Салединович**, главный внештатный специалист по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению, заведующий отделением рентгенхирургических методов диагностики и лечения ГБУЗ РК «Республиканская клиническая больница им. Н.А. Семашко», Симферополь, Россия, <https://orcid.org/0009-0000-7281-5936>, [ahtem@mail.ru](mailto:ahtem@mail.ru).

**Крисанов Виктор Александрович**, врач отделения рентгенхирургических методов диагностики и лечения ГБУЗ РК «Республиканская клиническая больница им. Н.А. Семашко», Симферополь, Россия, <https://orcid.org/0009-0000-7281-5936>, [va\\_krisanov@mail.ru](mailto:va_krisanov@mail.ru).

**Иванченко Вера Сергеевна**, к.м.н., доцент кафедры внутренней медицины №1 Ордена Трудового Красного Знамени Медицинского института им. С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Симферополь, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-4595-8357>, [vera.dovchenko@gmail.com](mailto:vera.dovchenko@gmail.com).

**Ушаков Алексей Витальевич**, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой внутренней медицины №1 Ордена Трудового Красного Знамени Медицинского института им. С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Симферополь, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-7020-4442>, [ushakovav88@mail.ru](mailto:ushakovav88@mail.ru).

## Information about the authors

**Altager R. Al-Sulami**, postgraduate student, department of internal medicine #1, Order of the Red Banner of Labor Medical Institute n. a. S.I. Georgievsky, CFU n. a. V.I. Vernadsky, Simferopol, Russia, <https://orcid.org/0009-0007-7739-481X>, [xlighton@gmail.com](mailto:xlighton@gmail.com).

**Aktem S. Ziadinov**, chief specialist in X-ray endovascular diagnostics and treatment, head of the department of Radiosurgical methods of diagnosis and treatment, Republican Clinical Hospital n. a. N.A. Semashko, Simferopol, Russia, <https://orcid.org/0009-0000-7281-5936>, [ahtem@mail.ru](mailto:ahtem@mail.ru).

**Victor A. Krisanov**, doctor of X-ray endovascular diagnostics and treatment, department of Radiosurgical methods of diagnosis and treatment, Republican Clinical Hospital n. a. N.A. Semashko, Simferopol, Russia, <https://orcid.org/0009-0000-7281-5936>, [va\\_krisanov@mail.ru](mailto:va_krisanov@mail.ru).

**Vera S. Ivanchenko**, Cand. Sci. (Med.), associate professor at the department of internal medicine #1, Order of the Red Banner of Labor Medical Institute n. a. S.I. Georgievsky, CFU n. a. V.I. Vernadsky, Simferopol, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-4595-8357>, [vera.dovchenko@gmail.com](mailto:vera.dovchenko@gmail.com).

**Alexey V. Ushakov**, Dr. Sci. (Med.), professor, head of the department of internal medicine #1, Order of the Red Banner of Labor Medical Institute n. a. S.I. Georgievsky, CFU n. a. V.I. Vernadsky, Simferopol, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-7020-4442>, [ushakovav88@mail.ru](mailto:ushakovav88@mail.ru).

Получено / Received: 12.02.2025

Принято к печати / Accepted: 03.03.2025