

ВНУТРИСОСУДИСТАЯ ОПТИЧЕСКАЯ КОГЕРЕНТНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ОЦЕНКЕ ОТДАЛЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ СТЕНТИРОВАНИЯ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ СТЕНТАМИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА «PUT NIY»

Кондрашин С.А.¹, Созыкин А.В.², Рустомян А.В.¹, Фомин В.В.¹,
Арушанян А.Р.², Бабакулова Н.М.¹

1 – ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет) МЗ РФ. г. Москва, Россия.

2 – Центральная клиническая больница Российской академии наук. г. Москва, Россия.

Цель исследования. Сравнить отдаленные результаты стентирования после имплантации стентов «Put Niy» и «Resolute Integrity».

Материалы и методы. В сроки от 3 месяцев (в двух наблюдениях через 8 и 10 дней, соответственно) после имплантации стентов была выполнена внутрисосудистая оптическая когерентная томография. При ОКТ было оценено состояние 63 имплантированных коронарных стентов у 41 пациента. Среди них «Resolute Integrity» – 30 стентов у 19 пациентов, «Put Niy» – 33 стента установлено 22 больным.

Результаты. Семь из 30 стентов «Resolute Integrity» диаметром от 2,5 до 4,0 мм (3,40±0,52 мм) общей длиной 176,0 мм через 4,6±1,5 месяца имели участки неэндотелизированных страт суммарно на протяжении 18,0 мм (10,2%). В одном случае выявлен рестеноз в стенте 50%. В двух случаях наблюдали подострый тромбоз стента через 8 и 10 суток после операции. Десять из 33 стентов «Put Niy» диаметром от 2,75 до 4,0 мм (3,40±0,48 мм) общей длиной 206,0 мм через 4,2±1,3 месяца имели участки неэндотелизированных страт суммарно на протяжении 20,0 мм (9,7%). В двух случаях наблюдалась малаппозиция стента. В одном случае отмечен рестеноз в стенте 50%.

Заключение. По данным оптической когерентной томографии новые стенты отечественного производства «Put Niy» с лекарственным покрытием сиролimus статистически достоверно не отличаются по степени эндотелизации в сроки до 12 месяцев после имплантации от стентов Resolute Integrity, являются клинически эффективными и безопасными при использовании у пациентов с поражением коронарных артерий.

Ключевые слова: оптическая когерентная томография, стент «Put Niy», стент «Resolute Integrity», эндотелизация, тромбоз стента, рестеноз стента.

Контактный автор: Кондрашин С.А., e-mail: kondrashin_s_a@staff.sechenov.ru

Для цитирования: Кондрашин С.А., Созыкин А.В., Рустомян А.В., Фомин В.В., Арушанян А.Р., Бабакулова Н.М. Внутрисосудистая оптическая когерентная томография в оценке отдаленных результатов стентирования коронарных артерий стентами отечественного производства «Put Niy». REJR 2022; 12(3):39-46. DOI: 10.21569/2222-7415-2022-12-3-39-46.

Статья получена: 21.07.22

Статья принята: 15.09.22

INTRAVASCULAR OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY IN ASSESSING THE LONG-TERM RESULTS OF CORONARY ARTERY STENTING WITH RUSSIAN-MADE STENTS "PUT NIY"

Kondrashin S.A.¹, Sozykin A.V.², Rustomyan A.V.¹, Fomin V.V.¹,
Arushanyan A.R.², Babakulova N.M.¹

1 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).
2 - Central Clinical Hospital of the Russian Academy of Science. Moscow, Russia.

Purpose. To compare the long-term results of coronary stenting after the implantation of «Put Niy» and «Resolute Integrity» stents.
Materials and methods. Intravascular optical coherence tomography was performed after 3 months or later (in two cases, 8 and 10 days, respectively) after stent implantation. OCT assessed the condition of 63 implanted coronary stents in 41 patients. Among them, "Resolute Integrity" – 30 stents in 19 patients, "Put Niy" – 33 stents in 22 patients.
Results. Seven out of 30 "Resolute Integrity" stents with a diameter of 2.5 to 4.0 mm (3.40 ± 0.52 mm) with a total length of 176.0 mm after 4.6 ± 1.5 months had areas of non-endothelialized strata for about 18.0 mm (10.2%). In one case, restenosis in the stent was 50%. In two cases, sub-acute stent thrombosis was observed on 8 and 10 days after surgery. Ten out of 33 "Put Niy" stents with a diameter of 2.75 to 4.0 mm (3.40 ± 0.48 mm) with a total length of 206.0 mm after 4.2 ± 1.3 months had areas of non-endothelialized strats for a total of 20.0 mm (9.7%). In two cases, malapposition of the stent was observed. In one case, restenosis in the stent was 50%.
Conclusion. According to optical coherence tomography data, the new Russian-made "PUT NIY" sirolimus drug-eluting stents do not statistically significantly differ in the degree of endothelialization up to 12 months after implantation from "Resolute Integrity", they are clinically effective and safe when used in patients with coronary artery disease.

Keywords: optical coherence tomography, Put Niy stent, Resolute Integrity stent, endothelialization, stent thrombosis, stent restenosis.

Corresponding author: Kondrashin S.A., e-mail: kondrashin_s_a@staff.sechenov.ru.

For citation: Kondrashin S.A., Sozykin A.V., Rustomyan A.V., Fomin V.V., Arushanyan A.R., Babakulova N.M. Intravascular optical coherence tomography in assessing the long-term results of coronary artery stenting with russian-made stents "Put Niy". REJR 2022; 12(3):39-46. DOI: 10.21569/2222-7415-2022-12-3-39-46.

Received: 21.07.22

Accepted: 15.09.22

После имплантации коронарного стента в просвете артерии происходит локальное воспаление, ведущее к агрессивной пролиферации неоинтимы, неоатеросклерозу и рестенозу внутри стента [1]. Факторы риска развития рестеноза в стенке можно разделить на факторы риска, связанные с пациентом и конструкцией коронарного стента. Кроме того, характеристики пролеченного поражения, включая свойства артерии, и результат имплантации стента способствуют развитию внутрискелетного рестеноза [2]. Оптическая когерентная томография (ОКТ) – метод внутрисосудистой визуализации с высокой пространственной разрешающей способностью (10–15 мкм), который позволяет оценить степень и характер неэндотелиза-

ции, малаппозиции, переломы страт стента и другие осложнения после коронарных вмешательств [3]. В отечественной литературе нет данных внутрисосудистой ОКТ по отдаленным результатам имплантации коронарных стентов «Put Niy», покрытых сиролимусом и зарегистрированных Росздравнадзором в октябре 2020 года.

Цель исследования.

Сравнить отдаленные результаты стентирования коронарных артерий новым стентом отечественного производства «Put Niy» (RK Group) с антипролиферативным покрытием сиролимус и стента «Resolute Integrity» («Стентекс»).

Материалы и методы.

Работа выполнена на базе рентгенодиагностического отделения ангиографии

Таблица №1. Клиническая характеристика 41 пациента с имплантированными стентами.

Параметр		Стент Resolute Integrity (n=19)	Стент Put Niy (n=22)	P
Возраст (Mcp=M±m) лет		60,6±5,2	62,9±4,7	0,187
Пол	Мужской, n (%)	13(68,4%)	15(68,2%)	0,987
	Женский, n (%)	6(31,6%)	7(31,8%)	0,531
Стенокардия – функциональный класс	II ФК, n (%)	14(73,7%)	18(81,8%)	0,531
	III-IV ФК, n (%)	5(26,3%)	4(18,2%)	0,531
Постинфарктный кардиосклероз, n (%)		11(57,9%)	9(40,9%)	0,278
АКШ в анамнезе, n (%)		2(10,5%)	1(4,5%)	0,464
Курение, n (%)		14(73,7%)	15(68,2%)	0,567
Сахарный диабет, n (%)		5(26,3%)	8(36,4%)	0,491
Хроническая болезнь почек (СКФ < 60 мл/мин), n (%)		2(10,5%)	6(27,3%)	0,178

УКБ№1 Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) и отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения ЦКБ РАН в 2021 году. Сравнивались стенты с лекарственным покрытием «Resolute Integrity» («Стентекс») и «Put Niy» (RK Group). Коронарный стент «Put Niy» представляет собой стент дизайна открытой ячейки из кобальт-хромового сплава L605, покрытого лекарственным веществом сиролimus и биостабильным полимером, толщиной балки 0,075 мм. Коронарный стент «Resolute Integrity» – металлический стент из кобальт-хромового сплава L605, покрыт слоем биосовместимого полимера BioLinx, содержащего зотаролimus, толщиной балок 0,091 мм. В исследование включен 41 пациент с исходно имеющимся стенозом коронарных артерий (стеноз более 70%). Коронарные стенты имплантированы в следующие артерии: различные сегменты передней межжелудочковой артерии (ПМЖА), огибающей артерии (ОА), правой коронарной артерии (ПКА), включая артерии первого порядка диаметром более 2,0 мм – диагональная артерия (ДА), ветвь тупого края (ВТК), задняя межжелудочковая артерия (ЗМЖА), заднебоковая ветвь (ЗБВ) либо ствол левой коронарной артерии (ЛКА) с переходом в ПМЖА. После операции, согласно клиническим рекомендациям, пациентам был рекомендован прием 2-х компонентной

антиагрегантной терапии в течение 12 месяцев. В группе стентов «Resolute Integrity» 14 из 19 человек (73,6%) получали дженерики клопидогрела, в группе «Put Niy» - 15 из 22 (68,2%). 41 пациенту (28 мужчин, 13 женщин) были имплантированы 63 стента с лекарственным покрытием. Средний возраст пациентов составил 62,1±4,9 лет. Сравнительная клиническая характеристика обследованных пациентов представлена в таблице №1.

Пациенты в группах «Resolute Integrity» и «Put Niy» статистически достоверно не различались по основным клиническим характеристикам.

При клиническом наблюдении в сроки от 3 месяцев (в двух наблюдениях через 8 и 10 дней, соответственно) после имплантации стентов была выполнена внутрисосудистая оптическая когерентная томография. После получения информированного согласия пациентам проводилась трансрадиальная коронарография с проведением ОКТ. Осуществлялось тугое наполнение коронарного русла инъекцией рентгеноконтрастного вещества из проводникового катетера 6 Fr мануальным способом. Сканирование стентированных сегментов проводилось с помощью специального ОКТ-датчика «Dragonfly OPTIS» («St. Jude Medical») с автоматической протяжкой со скоростью 20 мм/с. По данным ОКТ определялись минимальная площадь

Таблица №2. Локализация 63 имплантированных стентов по коронарным артериям.

Локализация	Стент Resolute Integrity 30 (%)	Стент Put Niy 33 (%)	P
Ствол ЛКА-ПМЖА	6 (20,0%)	1 (3,0%)	P<0,05
ПКА	9 (30,0%)	15 (45,5%)	P>0,05
ПМЖА	3 (10,0%)	12 (36,4%)	P>0,05
ОА	7 (23,3%)	1 (3,0%)	P<0,05
ДА	2 (6,7%)	1 (3,0%)	P>0,05
ВТК	3 (10,0%)	3 (9,1%)	P>0,05

Таблица №3. Данные оптической когерентной томографии после имплантации 63 стентов разных групп.

Параметр	Стент Resolute Integrity 30 (%)	Стент Put Niy 33 (%)	P
Рестеноз в стенте, n (%)	1 (3,3%)	1(3,0%)	P>0,05
Тромбоз в стенте, n (%)	2(6,7%)	0	P>0,05
Минимальная площадь сечения M±m (мм)	6,67±2,12	5,30±1,76	P>0,05
Минимальный диаметр M±m (мм)	2,73±0,41	2,60±0,67	P>0,05
Средняя длина установленных стентов у пациента M±m (мм)	23,8±2,4	29,3±2,3	P<0,05
Малаппозиция, n (%)	1(3,3%)	2(6,1%)	P>0,05
Полная эндотелизация страт, n (%)	13(43,3%)	12(36,4%)	P>0,05
Единичные неэндотелизированные участки, n (%)	10(33,3%)	11(33,3%)	P>0,05
Толщина неоинтимы M±m (мм)	0,13±0,03	0,10±0,01	P>0,05

стендериванного сегмента, минимальный диаметр, наличие рестеноза, тромбоза стента, малаппозиция, оценивалась степень и характер неоэндотелизации. Единичными неэндотелизированными участками считали толщину неоинтимы менее 20 мкм по всей окружности стента на протяжении более 2,0 мм.

Результаты.

При ОКТ было оценено состояние 63 имплантированных коронарных стентов у 41 пациента. Среди них «Resolute Integrity» – 30 стентов у 19 пациентов (1,6 стент/чел), «Put Niy» – 33 стента установлено 22 больным (1,5 стент/чел). В группе «Resolute Integrity» 11 пациентам (58%) и в группе «Put Niy» также 11 пациентам (50%) имплантировали по 2 стента. Локализация имплантированных стентов по коронарным артериям представлена в таблице №2.

Как видно из таблицы №2, статистически чаще (P<0,05) стенты «Resolute Integrity»

имплантировали в ствол ЛКА с переходом в переднюю межжелудочковую артерию и огибающую артерию по сравнению со стентами «Put Niy».

Отдаленные результаты оптической когерентной томографии коронарных стентов «Resolute Integrity» и «Put Niy» в отдаленном периоде после имплантации представлены в таблице №3.

Стенты «Resolute Integrity» были диаметром от 2,25 до 4,0 мм и длиной 12–34 мм. Семь из 30 стентов «Resolute Integrity» диаметром от 2,5 до 4,0 мм (3,4±0,52 мм) общей длиной 176,0 мм через 4,6±1,5 месяца имели участки неэндотелизированных страт суммарно на протяжении 18,0 мм (10,2%) (рис. 1).

В одном случае выявлен рестеноз в стенте 50% за счет выраженной гиперплазии неоинтимы (рис. 2), в плановом порядке выполнено стентирование стенозированного участка. В двух случаях наблюдали подост-

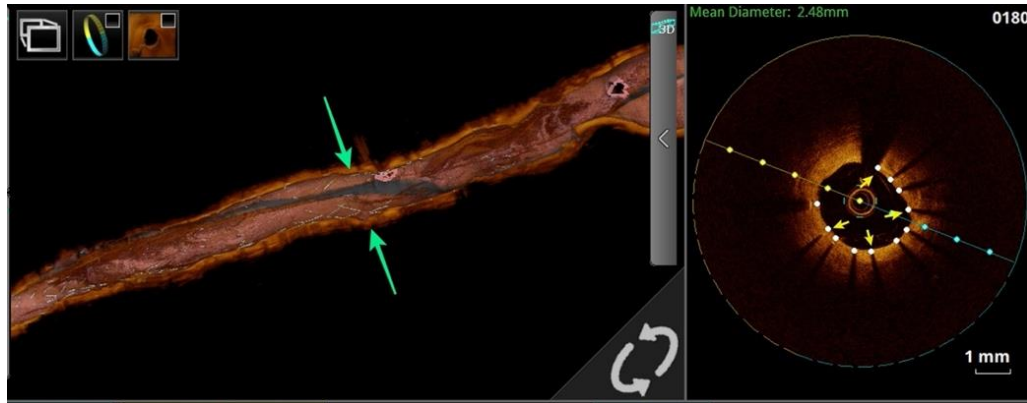


Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. ОКТ-изображение артерии тупого края.

Пациент А., 67 лет, через 8,5 месяцев после имплантации стента «Resolute Integrity» 2,75x30 мм. Выявлены неэндотелизированные участки страт стента (на поперечном срезе желтые стрелки) на протяжении 3,0 мм (зеленые стрелки).

Fig. 1. OCT-image of the obtuse marginal artery.

Patient A. 67 y.o., 8.5 months after implantation stent “Resolute Integrity” 2.75x30 mm. Non-endothelialized areas of the stent struts were identified (yellow arrows in the cross section) over a length of 3.0 mm (green arrows).

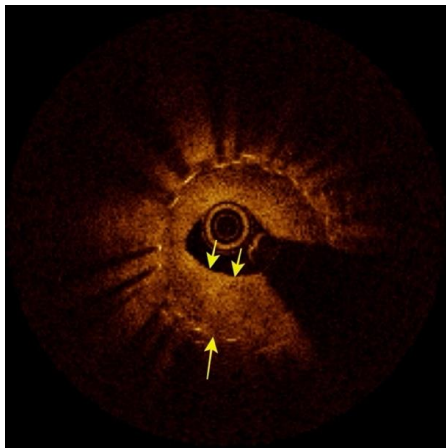


Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. ОКТ-изображение рестеноза внутри стента артерии тупого края.

Пациент М., 78 лет, через 7.0 месяцев после имплантации стента «Resolute Integrity». Выявлены рестеноз до 50% по площади внутри стента, гиперплазированная неоинтима визуализируется в виде негетерогенной структуры с ровными контурами (стрелки).

Fig. 2. OCT-image in stent restenosis of the obtuse marginal artery.

Patient M., 78 y.o., 7.0 months after implantation of the “Resolute Integrity” stent. Restenosis up to 50% of the area inside the stent was detected, hyperplastic neointima is visualized as a non-homogeneous structure with smooth contours (yellow arrows).

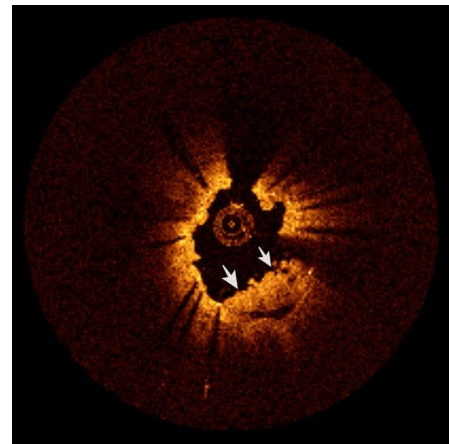


Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. ОКТ-изображение подострого тромбоза стента.

Пациент П., 62 лет, спустя 8 дней после имплантации стента «Put Niy» в огибающую артерию. Визуализируются тромботические массы (стрелки) с неровными контурами и гетерогенной структуры (участки белого и красного тромба).

Fig. 3. OCT-image of subacute stent thrombosis.

Patient P., 62 y.o., 8 days after implantation of the «Put Niy» stent in the circumflex artery. Thrombotic masses are visualized (arrows) with uneven contours and a heterogeneous structure (areas of a white and red thrombus).

рый тромбоз стента через 8 и 10 суток после операции (рис. 3). Вероятно, это было связано с несоблюдением полноценной двойной антиагрегантной терапии.

Стенты «Put Niy» были диаметром от 2,75 до 4,0 мм и длиной 12–39 мм. Десять из 33 стентов «Put Niy» диаметром от 2.75 до 4.0 мм ($3,4 \pm 0,48$ мм) общей длиной 206,0 мм через 4,2 \pm 1,3 месяца имели участки неэндотелизированных страт суммарно на протяжении 20,0 мм (9,7%). В двух случаях наблюдалась малаппозиция стента, что может приводить к увеличению времени заживления неоинтимы (рис.4). В одном случае отмечен рестеноз в стенте 50% с клинической картиной стенокардии, что также потребовало стентирования. Признаков тромбоза выявлено не было.

Толщина неоинтимы у стентов «Put Niy» $0,10 \pm 0,01$ мм статистически недостоверно была менее выражена, чем у стента «Resolute Integrity» $0,13 \pm 0,03$ мм (рис.5). Средняя длина установленных стентов у пациента в группе «Resolute Integrity» – $23,8 \pm 2,4$ мм, ста-

стистически достоверно ($P < 0,05$) была меньше по сравнению со стентами «Put Niy» $-29,3 \pm 2,3$ мм.

Обсуждение.

Факторы риска возникновения рестеноза в стенте по данным ряда авторов [2] делятся на несколько групп: состояние пациентов, параметры стента, состояние пораженного сосуда и исходы имплантации. К состояниям пациента относится наличие сахарного диабета, артериальной гипертензии, коронарное шунтирование в анамнезе, сердечная недостаточность. Среди факторов параметров стента – голOMETаллический или стент с лекарственным покрытием, номер поколения стента с лекарственным покрытием, толщина балок стента. Для состояния пораженного сосуда выделяют малый диаметр артерии, поражение устья, комплексная морфология поражения, длина стеноза более 20 мм. Среди исходов имплантации – конечный диаметр стеноза, неадекватное расправление стента (малаппозиция, уменьшение минимального площади в стенте, несим-

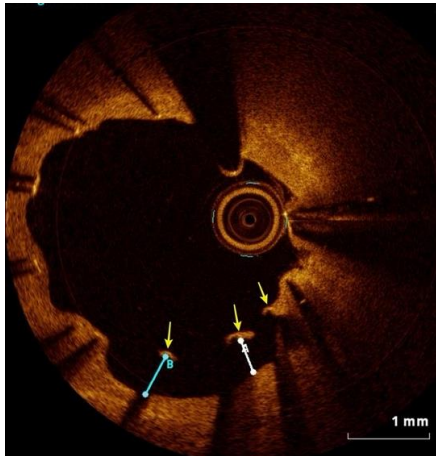


Рис. 4 (Fig. 4)

Рис. 4. ОКТ-изображение малаппозиции стента.

Пациент Н., 83 года, через 4,0 месяца после имплантации стента «Put Niy» в переднюю межжелудочковую артерию. Малаппозиция стента (желтые стрелки). А (белая линия) и В (голубая линия) показывают расстояние от стенки артерии до страт нерасправленного стента (~ 0.4-0.5 мм).

Fig. 4. OCT-image of stent malapposition.

Patient N., 83 y.o., 4.0 months after implantation of the “Put Niy” stent in the anterior descending artery. Stent malapposition (yellow arrows). A (white line) and B (blue line) show the distance from the artery wall to the struts of the unexpanded stent (~ 0.4-0.5 mm).

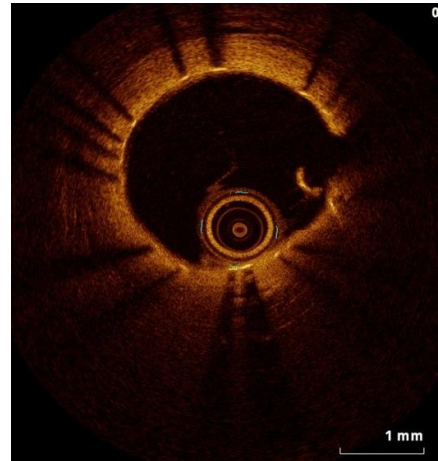


Рис. 5 (Fig. 5)

Рис. 5. ОКТ-изображение полной эндотелизации страт стента.

Правая коронарная артерия через 5,0 месяцев после имплантации стента «Put Niy». Толщина неоинтимы около 100 мкм.

Fig. 5. OCT-image of complete endothelialization of stent struts.

OCT image of the right coronary artery 5.0 months after implantation of the «Put Niy» stent. The neointima thickness is about 100 μm.

метричное расправление стента). Другие исследователи [4] добавляют такие факторы риска, как курение, высокий уровень СРБ, хроническая болезнь почек, кровоток по шкале TIMI, низкое давление имплантации и множественное стентирование. Сведение к минимуму подобных факторов риска (модификация факторов риска для пациентов и состояния пораженной артерии или тщательная оценка процедурных факторов) может значительно снизить частоту рестеноза после имплантации стента.

Повреждение коронарной артерии активирует пролиферацию и миграцию гладкомышечных клеток. Создание внеклеточного матрикса приводит к образованию неоинтимальной ткани и рестенозу в стенте. Большое значение придается толщине неоинтимы, поскольку считается, что достаточный слой неоинтимы (более 20 мкм) является маркером полной эндотелизации стента, что снижает риск развития тромботических осложнений. Стент с лекарственным покрытием освобождает антипролиферативные вещества и уменьшает степень рекоила и образование неоинтимы [5]. Большой метаанализ представил результаты внутрисосудистой ОКТ 280 652 страт у 921 пациента с различными стентами с лекарственным покрытием. Через 6-12 месяцев после имплантации непокрытые страты стентов встретились в 7,8% случаев. Среди стентов с сиролимусом чаще наблюдали непокрытые страты – 8,8%, тогда как зотаролимус выделяющие стенты имели их в 0,3% наблюдений [6]. В нашей серии наблюдений неэндотелизированные участки в стентах «Resolute Integrity» и «Put Niy» встретились с одинаковой частотой. При сравнении отечественных стентов «Калипсо» и «Resolute Integrity» чаще встречались неэндотелизированные страты в стентах второй группы [7].

По мнению японских авторов [8] основным механизмом рестеноза в стенте «Resolute Integrity» является гиперплазия неоинтимы, но наши данные это не подтверждают. Новый отечественный стент «Put Niy» дает одинаковую встречаемость внутривентриальных рестенозов по сравнению с «Resolute Integrity». Толщина неоинтимы у стентов «Put Niy» статистически недостоверно $0,10 \pm 0,01$ мм была менее выражена, чем у стента «Resolute Integrity» – $0,13 \pm 0,03$ мм. В отечественном исследовании неоинтима по данным ОКТ составила в среднем 0,12 мм у стентов «Resolute Integrity» и 0,20 мм у «Ка-

липсо» [7].

Тромбоз стента является грозным осложнением после имплантации стента из-за высокой смертности. Факторами риска развития тромбоза стента является преждевременное прекращение двойной антиагрегантной терапии, наличие злокачественного заболевания, сниженной сократительной способности ЛЖ, сахарный диабет, тромбоцитоз, полиморфизм генов [9]. В наших наблюдениях подострый тромбоз (до 30 суток) стентов «Resolute Integrity» в 2 наблюдениях был связан с несоблюдением пациентами режима двойной антиагрегантной терапии. Признаками тромбоза стента явились симптомы ишемии в покое, типичные для ишемии изменения на ЭКГ, повышение сердечных биомаркеров. При внутрисосудистой ОКТ дифференцировали красный и белый тромбы.

Малаппозиция – отсутствие контакта страт стента со стенкой артерии. В послеоперационном периоде она может возникать в результате сосудистого воспаления и положительного ремоделирования стенки артерии, а также остается фактором риска тромботических осложнений из-за удлинения срока эндотелизации после имплантации стентов [10]. В наших наблюдениях при наличии малаппозиции не отмечалось тромбоза стента. При анализе было выявлено, что стенты имплантировались под номинальным давлением без последующей постдилатации некомплаэнсным баллоном.

Заключение.

По данным оптической когерентной томографии новые стенты отечественного производства «Put Niy» с лекарственным покрытием статистически достоверно не отличаются по степени эндотелизации в сроки до 12 месяцев после имплантации, являются клинически эффективными и безопасными при использовании у пациентов с поражением коронарных артерий. Тромбоза стентов не наблюдалось в течение наблюдения до 1 года. Частота внутривентриального рестеноза достоверно не отличалась от стентов «Resolute Integrity».

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Shlofmitz E., Iantorno M., Waksman R. Restenosis of drug-eluting stents: a new classification system based on disease mechanism to guide treatment and state-of-the-art review. *Circ Cardiovasc Interv.* 2019; 12: e007023.
2. Ullrich H., Olschewski M., Münzel T., Gori T. Coronary in-stent restenosis – predictors and treatment. *Dtsch Arztebl Int.* 2021; 118: 637-44. DOI: 10.3238/arztebl.m2021.0254
3. Ali Z.A., Galougahi K.K, Maehara A., Shlofmitz R.A., Ben-Yehuda O., Mintz G.S. et al. Intracoronary Optical Coherence Tomography 2018: Current Status and Future Directions. *JACC Cardiovasc Interv.* 2017; 10 (24): 2473-2487. DOI: 10.1016/j.jcin.2017.09.042
4. Alexandrescu D.M., Mitu O., Costache I.I., Macovei L., Mitu I., Alexandrescu A., Georgescu C.A. Risk factors associated with intra-stent restenosis after percutaneous coronary intervention. *Exp Ther Med.* 2021; 22 (4): 1141. DOI: 10.3892/etm.2021.10575
5. Stefanini G.G., Holmes D.R. Jr. Drug-eluting coronary artery stents. *N Engl J Med.* 2013; 368: 254-65.
6. Iannaccone M., D’Ascenzo F., Templin C., Omede P., Montefusco A., Guagliumi G. et al. Optical coherence tomography evaluation of intermediate-term healing of different stent

References:

1. Shlofmitz E., Iantorno M., Waksman R. Restenosis of drug-eluting stents: a new classification system based on disease mechanism to guide treatment and state-of-the-art review. *Circ Cardiovasc Interv.* 2019; 12: e007023.
2. Ullrich H., Olschewski M., Münzel T., Gori T. Coronary in-stent restenosis – predictors and treatment. *Dtsch Arztebl Int.* 2021; 118: 637-44. DOI: 10.3238/arztebl.m2021.0254
3. Ali Z.A., Galougahi K.K, Maehara A., Shlofmitz R.A., Ben-Yehuda O., Mintz G.S. et al. Intracoronary Optical Coherence Tomography 2018: Current Status and Future Directions. *JACC Cardiovasc Interv.* 2017; 10 (24): 2473-2487. DOI: 10.1016/j.jcin.2017.09.042
4. Alexandrescu D.M., Mitu O., Costache I.I., Macovei L., Mitu I., Alexandrescu A., Georgescu C.A. Risk factors associated with intra-stent restenosis after percutaneous coronary intervention. *Exp Ther Med.* 2021; 22 (4): 1141. DOI: 10.3892/etm.2021.10575
5. Stefanini G.G., Holmes D.R. Jr. Drug-eluting coronary artery stents. *N Engl J Med.* 2013; 368: 254-65.
6. Iannaccone M., D’Ascenzo F., Templin C., Omede P., Montefusco A., Guagliumi G. et al. Optical coherence tomography evaluation of intermediate-term healing of different stent

- types: systemic review and meta-analysis. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2017; 18: 159-166. DOI: 10.1093/ehjci/jew070.
7. Кондрашин С.А., Рустомьян А.В., Фомин В.В., Арушанян А.Р., Кобликов В.В., Аракелян Г.А. Оптическая когерентная томография после имплантации коронарных стентов отечественного производства. *REJR.* 2021; 11 (4): 53-59. DOI:10.21569/2222-7415-2021-11-4-53-59.
8. Kajiya T., Yamaguchi H., Takaoka J., Fukunaga K., Arima R., Miyamura A. et al. In-stent restenosis assessed with frequency domain optical coherence tomography shows smooth coronary arterial healing process in second-generation drug-eluting stents. *Singapore Med J.* 2019; 60: 48-51.
9. Ullrich H., Münzel T., Gori T. Coronary stent thrombosis – predictors and prevention. *Dtsch Arztebl Int* 2020; 117: 320-6. DOI:10.3238/arztebl.2020.0320
10. Räber L., Mintz G.S., Koskinas K.C., Johnson T.W., Holm N.R., Onuma Y. 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: 3281-300. 10.1093/eurheartj/ehy285.

- types: systemic review and meta-analysis. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2017; 18: 159-166. DOI: 10.1093/ehjci/jew070.
7. Kondrashin S.A., Rustomyan A.V., Fomin V.V., Arushanyan A.R., Koblikov V.V., Arakelyan G.A. Optical coherence tomography after the implantation of Russian-made coronary stents. *REJR.* 2021; 11 (4): 53-59. DOI: 10.21569/2222-7415-2021-11-4-53-59] (in Russian).
8. Kajiya T., Yamaguchi H., Takaoka J., Fukunaga K., Arima R., Miyamura A. et al. In-stent restenosis assessed with frequency domain optical coherence tomography shows smooth coronary arterial healing process in second-generation drug-eluting stents. *Singapore Med J.* 2019; 60: 48-51.
9. Ullrich H., Münzel T., Gori T. Coronary stent thrombosis – predictors and prevention. *Dtsch Arztebl Int* 2020; 117: 320-6. DOI:10.3238/arztebl.2020.0320
10. Räber L., Mintz G.S., Koskinas K.C., Johnson T.W., Holm N.R., Onuma Y. 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: 3281-300. 10.1093/eurheartj/ehy285.