

УДК 616-035.1

DOI: 10.24884/1682-6655-2024-23-3-38-42

А. В. БИРЮКОВ¹, Д. У. МАЛАЕВ², Е. И. КРЕТОВ³

3-месячный анализ неоинтимального слоя у стентов с различным профилем при стабильной ишемической болезни сердца

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия
197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8

² Медицинская клиника международной высшей школы медицины «Веданта», Бишкек, Кыргызстан
720080, Кыргызстан, Бишкек, ул. Фучика, 34

³ Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Новосибирской области «Центральная клиническая больница», г. Новосибирск, Россия
630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, д. 25
E-mail: m.l.m@bk.ru

Статья поступила в редакцию 12.01.24 г.; принята к печати 27.05.24 г.

Резюме

Введение. На сегодняшний день в мире широко используются ряд стентов, отличающиеся по материалу, дизайну, составу лекарственного препарата и по содержанию полимерного покрытия. *Целью* нашего исследования является изучение процессов неоэндотелизации по данным оптической когерентной томографии у пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца после имплантации различных платформ стентов. *Материалы и методы.* Данное исследование является ретроспективным анализом данных результатов стентирования у пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца. В исследование было включено 69 пациентов, которые были разделены на 3 группы по типу имплантированного стента: 1-я группа – эверолимус-покрытый стент с постоянным полимером (ЭПС-ПП) (n=25), 2-я группа – эверолимус-покрытый стент с биодеградируемым полимером (ЭПС-БП) (n=25) и 3-я группа – сиролимус-покрытый стент с биодеградируемым полимером (СПС-БП) (n=19). Первичной конечной точкой исследования был показатель неоинтимального заживления Neointimal Healing Score (NHS) через 3 месяца после имплантации стента. Вторичная конечная точка включала процент покрытых страт через 3 месяца после стентирования. *Результаты.* Процент покрытых страт в группах не имела статистически значимой разницы и составил порядка 84,2 %. Так как длина имплантируемых стентов была чуть выше в группе СПС-БП, то и разница в количестве изученных страт была выше в 3-ей группе: 331 против 175 во 2-ой группе и 175 в 1-ой группе (1–2: p=0,969; 2–3: p<0,001; 1–3: p<0,001). Первичная конечная точка исследования была достоверно ниже в группе СПС-БП (18±14,97 против 32,5±20,3 в группе ЭПС-БП и 25,6±12,3 в группе ЭПС-ПП), однако NHS в группах ЭПС-БП и ЭПС-ПП не имел статистической разницы. *Заключение.* Сиролимус-покрытый стент с биодеградируемым полимером обладает лучшим показателем неоинтимального заживления в течение первых трех месяцев по сравнению с эверолимус-покрытым стентом с биодеградируемым полимером и эверолимус-покрытым стентом с постоянным полимером у пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца. Процент покрытых страт в группах не имеет достоверной разницы. Необходимо проведение дальнейших проспективных рандомизированных исследований с большими выборками для подтверждения полученных данных.

Ключевые слова: коронарное стентирование, стенты с лекарственным покрытием, неоинтимальный слой, неоинтима

Для цитирования: Бирюков А. В., Малаев Д. У., Кретов Е. И. 3-месячный анализ неоинтимального слоя у стентов с различным профилем при стабильной ишемической болезни сердца. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2024;23(3):38–42. Doi: 10.24884/1682-6655-2024-23-3-38-42.

UDC 616-035.1

DOI: 10.24884/1682-6655-2024-23-3-38-42

A. V. BIRYUKOV¹, D. U. MALAEV², E. I. KRETOV³

3-month analysis of neointimal coverage with different profiles stents in stable ischemic heart disease

¹ Pavlov University, Saint Petersburg, Russia
6-8, L'va Tolstogo str., Saint Petersburg, Russia, 197022

² Medical Clinic «Vedanta», International Higher School of Medicine, Bishkek, Kyrgyzstan
34, Fuchika str., Bishkek, Kyrgyzstan, 720080

³ Central Clinical Hospital, Novosibirsk, Russia
25, Pirogova str., Novosibirsk, Russia, 630090
E-mail: m.l.m@bk.ru

Received 12.01.24; accepted 27.05.24

Summary

Introduction. Today, a number of stents are widely used in the world, differing in material, design, drug composition and the content of the polymer coating. *The aim* of our study is to investigate the processes of neoendothelialization according to optical coherence tomography data in patients with stable coronary heart disease after implantation of various stent platforms.

Materials and Methods. This study is a retrospective data analysis of stenting results in patients with stable ischemic heart disease. A total of 69 patients were included in the study. Patients were divided into 3 groups by the type of stent implanted: group 1 everolimus-eluting permanent polymer stent (EES-PP) (n=25), group 2 everolimus-eluting bioabsorbable polymer stent (EES-BP) (n=25) and group 3 sirolimus-eluting bioabsorbable polymer stent (SES-BP) (n=19). The primary endpoint of the study was the Neointimal Healing Score (NHS) 3 months after stent implantation. The secondary endpoint included the percentage of struts covered 3 months after stenting. **Results.** The percentage of covered strata in the groups did not have a statistically significant difference between the groups and was about 84.2%. Since the length of the implanted stents was slightly higher in the SES-BP group, the difference in the number of strata studied was higher in group 3: 331 versus 175 in group 2 and 175 in group 1 (1–2: $p=0.969$; 2–3: $p<0.001$; 1–3: $p<0.001$). The primary endpoint of the study was significantly lower in the SES-BP group (18 ± 14.97 vs 32.5 ± 20.3 in the EES-BP group and 25.6 ± 12.3 in the EES-PP group), but the NHS in the EES-BP and EES-PP groups was not statistically different. **Conclusion.** The sirolimus-eluting bioabsorbable polymer (SES-BP) stent has a better neointimal healing rate during the first three months compared to the everolimus-eluting bioabsorbable (EES-BP) polymer stent and the permanent polymer everolimus-eluting (EES-PP) stent in patients with stable ischemic heart disease. The percentage of covered strata in the groups does not differ significantly. Further prospective randomized studies with larger samples are needed to confirm the findings.

Keywords: coronary stenting, drug-eluting stents, neointimal layer, neointima

For citation: Biryukov A. V., Malaev D. U., Kretov E. I. 3-month analysis of neointimal coverage with different profiles stents in stable ischemic heart disease. *Regional hemodynamics and microcirculation*. 2024;23(3):38–42. Doi: 10.24884/1682-6655-2024-23-3-38-42.

Введение

Ишемическая болезнь сердца является лидирующей патологией по заболеваемости и смертности во всем мире [1]. У пациентов с выраженной стенокардией и наличием стенозов либо окклюзии коронарных артерий, чрескожная транслюминальная коронарная ангиопластика (ЧТКА) с имплантацией стентов с лекарственным покрытием стала одним из «золотых стандартов» современной терапии.

Коронарные стенты существенно улучшились, с момента первого их использования в 1980-х годах [2], благодаря непрерывной работе по совершенствованию их конструкции, структуры и материалов [3]. Появление современных стентов в сочетании с оптимальным медикаментозным лечением привело к значительному повышению эффективности и безопасности чрескожных коронарных вмешательств. На сегодняшний день в РФ широко используются ряд стентов, отличающиеся по материалу, дизайну, составу лекарственного препарата и по содержанию полимерного покрытия. Несмотря на то, что тромбоз стента встречается редко, он остается важной проблемой из-за его последствий, включая инфаркт миокарда и смерть. Ранний тромбоз стента не зависит от типа стента и в основном связан с процедурными осложнениями, включая краевую диссекцию и недораскрытый стент. Отдаленные результаты стентирования напрямую зависят от процессов эндотелизации стента. Выделяют несколько факторов, которые напрямую влияют на неэндотелизацию после имплантации стентов. Более толстые страты, антипролиферативный препарат, не совместимый постоянный полимер, сахарный диабет и естественное прогрессирование атеросклероза связаны с запоздалым заживлением, в то время как тонкие страты, улучшенная технология покрытия стента, биорезорбируемый и биосовместимый полимер способствует ранней эндотелизации стентов [4–6].

Целью нашего исследования является изучение процессов неэндотелизации по данным оптической когерентной томографии (ОКТ) у пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца после 3 месяцев имплантации стентов с различными платформами.

Материалы и методы исследования

Данное исследование является ретроспективным анализом данных результатов стентирования у пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца (ИБС). В основу был взят анализ профиля неинтимального заживления по данным оптической когерентной томографии (ОКТ) спустя 3 месяца от момента имплантации стента. Устройствами исследования были современные широко используемые в РФ стенты, с различными профилями: сиролимус-покрытый стент с биодеградируемым полимером (СПС-БП), эверолимус-покрытый стент с биодеградируемым полимером (ЭПС-БП) и эверолимус-покрытый стент с постоянным полимером (ЭПС-ПП).

Процедура стентирования была стандартной и не имела никаких особенностей. Выполнение пре- и постдилатации было на усмотрение оперирующего хирурга. Во время процедуры стентирования, ОКТ анализ поражения не проводился. Все пациенты получали стандартную медикаментозную терапию до и после стентирования. Спустя 3 месяца с момента операции всем пациентам проводилась контрольная коронарография и ОКТ-исследование.

Первичной конечной точкой исследования был показатель неинтимального заживления Neointimal Healing Score (NHS) через 3 месяца после имплантации стента. Данный показатель неинтимального заживления (NHS) – рассчитывается по следующей формуле:

$$NHS = (\%ИДН \times 4) + (\%МНС \times 3) + (\%НС \times 2) + (\%МС \times 1),$$

где ИДН – страты с интралюминальным дефектом наполнения, МНС – количество мальапозированных непокрытых страт, НС – количество непокрытых страт, МС – количество мальапозированных страт [7]. NHS предназначена для оценки морфологических характеристик после имплантации стентов, которые напрямую коррелируют с клиническими результатами стентирования, включая предрасположенность к тромбозу стента.

Вторичная конечная точка включала процент покрытых страт через 3 месяца после стентирования. Критерии включения пациентов в исследования были следующие: 1) пациенты, кому был имплантирован

Таблица 1

Клинико-демографические данные

Table 1

Clinical and demographic data

Переменная	Группа 1 ЭПС-ПП, N=25	Группа 2 ЭПС-БП, N=25	Группа 3 СПС-БП, N=19	Сравнение групп	
	СРЕД±СО, n, % [95 % ДИ]			Разница [95 % ДИ]	р-уровень
Возраст	60,12±7,33	63,08±7,33	60,3±12,45	1–2: 4 [–1; 7] 2–3: 3,0 [–2,7; 8,5] 1–3: 0,2 [–5,8; 4,8]	1–2: 0,125 2–3: 0,331 1–3: 0,943
Мужской пол	22, 88 %	21, 84 %	13, 68 %	1–2: 0,7 [0,1; 4,8] 2–3: 0,4 [0,1; 2,2] 1–3: 0,3 [0; 1,7]	1–2: >0,999 2–3: 0,287 1–3: 0,144
Сахарный диабет	6, 24 %	2, 8 %	6, 32 %	1–2: 0,3 [0; 1,8] 2–3: 5,1 [0,8; 58,8] 1–3: 1,4 [0,3; 6,8]	1–2: 0,247 2–3: 0,060 1–3: 0,735
Дислипидемия	17, 68 %	11, 44 %	13, 68 %	1–2: 0,4 [0,1; 1,3] 2–3: 2,7 [0,7; 11,8] 1–3: 1 [0,2; 4,5]	1–2: 0,154 2–3: 0,135 1–3: >0,999
Постинфарктный кардиосклероз	13, 52 %	11, 44 %	6, 32 %	1–2: 0,7 [0,2; 2,5] 2–3: 0,6 [0,1; 2,4] 1–3: 0,4 [0,1; 1,7]	1–2: 0,778 2–3: 0,535 1–3: 0,227
Чрескожная транслюминальная коронарная ангиопластика в анамнезе	12, 48 %	15, 60 %	12, 63 %	1–2: 1,6 [0,5; 5,8] 2–3: 1,1 [0,3; 4,7] 1–3: 1,8 [0,5; 7,5]	1–2: 0,571 2–3: >0,999 1–3: 0,372
Гипертензия	21, 84 %	24, 96 %	16, 84 %	1–2: 4,4 [0,4; 23,4] 2–3: 0,2 [0; 3,2] 1–3: 1 [0,1; 7,9]	1–2: 0,349 2–3: 0,300 1–3: >0,999
Фракция выброса	62,04±7,95	56,8±15,56	56±15,57	1–2: –3 [–13; 3] 2–3: –1,1 [–10,1; 9,6] 1–3: 4,1 [–3,1; 11,6]	1–2: 0,264 2–3: 0,789 1–3: 0,245

один из наших изучаемых стентов; 2) первичный стеноз с диаметром артерии 2,5–4,0 мм и диаметром стеноза более 50 %; 3) проведение ОКТ-исследования через 3 месяца от операции; 4) пациенты со стабильной стенокардией напряжения. Критерии исключения: острый инфаркт миокарда.

Статистический анализ. Количественные данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения либо медианы и 25–75 %-го перцентилей, качественные – в виде абсолютных и относительных (%) значений. Межгрупповые сравнения количественных переменных выполняли с помощью теста Стьюдента для несвязанных выборок или теста Манна–Уитни. Бинарные качественные признаки сравнивали с применением точного теста Фишера. Статистическая значимость устанавливалась при вероятности ошибки первого типа менее 5 %. Все расчеты выполняли с применением программного статистического пакета IBM SPSS Statistics (версия 23).

Результаты исследования и их обсуждение

В исследование было включено 69 пациентов со стабильной ИБС. Пациенты были разделены на 3 группы по типу имплантированного стента: 1-я группа – пациенты, которым устанавливали эверолиму, покрытый стент с постоянным полимером (n=25); 2-я группа – пациенты, которым ставили

эверолиму, покрытый стент с биodeградируемым полимером (n=25); 3-я группа – пациенты, которым имплантировали сиролиму, покрытый стент с биodeградируемым полимером (n=19) (табл. 1).

Всего, по данным ОКТ, было проанализировано 14 366 страт, через 3 месяца после операции. В среднем на одно поражение было 208 анализируемых страт.

По основным клинико-демографическим параметрам пациенты в группах не отличались.

Средний возраст наблюдаемых пациентов составил 61 год, преобладали пациенты мужского пола. Пациентов с сахарным диабетом было чуть меньше во второй группе, но без статистической достоверности. Около половины пациентов были ранее стентированы, однако, чтобы не было ошибок при анализе страт, исследуемые стенты были имплантированы в другие сегменты и не имели контакт с предыдущими стентами. Фракция выброса у большинства была сохранна, без статистически достоверной разницы в группах.

Пациентам в 3-й группе были имплантированы стенты меньшего диаметра, чем у пациентов 1-й и 2-й группы, однако по длине изучаемых стентов не было достоверной разницы в группах (табл. 2).

Толщина неоинтимального слоя была достоверно ниже в 3-й группе по сравнению со 2-й группой (0,11±0,11 во 2-й группе против 0,06±0,02 в 3-й группе, p=0,017), но без достоверного различия с 1-й группой

Таблица 2

Параметры имплантируемых стентов

Table 2

Parameters of the implanted stents

Длина стента	18,92±7,45	18,16±7,21	27,2±15,12	1-2: -1 [-5; 3] 2-3: -5,1 [-12,7; 2,2] 1-3: -3,7 [-11,8; 3,1]	1-2: 0,726 2-3: 0,184 1-3: 0,286
Диаметр стента	3,9±0,2	3,94±0,17	3,2±0,44	1-2: 0 [0; 0] 2-3: 0,7 [0,5; 0,9] 1-3: 0,7 [0,5; 0,9]	1-2: 0,531 2-3: <0,001* 1-3: <0,001*

Таблица 3

Данные анализа оптической когерентной томографии через 3 месяца

Table 3

Optical coherence tomography analysis data after 3 months

Переменная	Группа 1 ЭПС-ПП, N=25	Группа 2 ЭПС-БП, N=25	Группа 3 СПС-БП, N=19	Сравнение групп	
	СРЕД±СО, n, % [95 % ДИ]			Разница [95 % ДИ]	р-уровень
Площадь просвета сосуда	12,4±2,2	12,8±3,5	8,19±2,24	1-2: 0,5 [-1,9; 2,2] 2-3: -4,39 [-6,54; -2,65] 1-3: -4,57 [-5,64; -3,22]	1-2: 0,756 2-3: <0,001* 1-3: <0,001*
Средний диаметр просвета	3,9±0,4	4,01±0,5	3,18±0,44	1-2: 0,1 [-0,1; 0,4] 2-3: -0,84 [-1,11; -0,58] 1-3: -0,69 [-0,94; -0,48]	1-2: 0,336 2-3: <0,001* 1-3: <0,001*
Минимальный диаметр просвета	2,9±0,5	2,8±0,69	2,92±0,4	1-2: -0,2 [-0,5; 0,1] 2-3: 0,22 [-0,08; 0,47] 1-3: 0,02 [-0,24; 0,27]	1-2: 0,239 2-3: 0,106 1-3: 0,950
Максимальный диаметр просвета	4,9±0,5	5,21±0,92	3,48±0,49	1-2: 0,3 [-0,1; 0,8] 2-3: -1,77 [-2,19; -1,29] 1-3: -1,42 [-1,72; -1,13]	1-2: 0,180 2-3: <0,001* 1-3: <0,001*
Толщина неоинтимы	0,1±0,07	0,11±0,11	0,06±0,02	1-2: 0 [-0,05; 0,04] 2-3: -0,01 [-0,03; 0] 1-3: -0,03 [-0,08; 0,01]	1-2: 0,907 2-3: 0,017* 1-3: 0,123
Процент покрытия страт	86,12±11,84	80,6±14,16	86±8,90	1-2: -6 [-13; 2] 2-3: -6 [-15; 2,6] 1-3: 0 [-7,85; 6,13]	1-2: 0,122 2-3: 0,129 1-3: >0,999
NHS	25,6±12,3	32,5±20,3	18±14,97	1-2: 4,23 [-5,5; 14,87] 2-3: -10 [-19,2; -1,1] 1-3: -7 [-18,3; 0]	1-2: 0,325 2-3: <0,001* 1-3: <0,001*
Фракция выброса	62,04±7,95	56,8±15,56	56±15,57	1-2: -3 [-13; 3] 2-3: -1,1 [-10,1; 9,6] 1-3: 4,1 [-3,1; 11,6]	1-2: 0,264 2-3: 0,789 1-3: 0,245

($p=0,123$). Процент покрытых страт в группах не имел статистически значимой разницы в группах и составил порядка 84,2 %. Так как длина имплантируемых стентов была чуть выше в группе СПС-БП, то и разница в количестве изученных страт была выше в 3-й группе: 331 против 175 во 2-й группе и 175 в 1-й группе (1-2: $p=0,969$; 2-3: $p<0,001$; 1-3: $p<0,001$) (табл. 3).

Первичная конечная точка исследования (NHS) была достоверно ниже в группе СПС-БП: $18\pm14,97$ против $32,5\pm20,3$ в группе ЭПС-БП и $25,6\pm12,3$ в группе ЭПС-ПП, однако NHS в группах ЭПС-БП и ЭПС-ПП не имел статистической разницы.

Несмотря на то, что стенты с лекарственным покрытием (СЛП) заметно снизили частоту рестеноза, длительная персистенция инородного тела в

коронарной артерии и продолжительное действие лекарственного покрытия замедляют процессы неоэндоthелизации. Патологоанатомические наблюдения показывают, что в результате замедленной неоэндоthелизации непокрытые страты могут оставаться в течение многих лет после имплантации стентов [8]. Считается, что непрерывное присутствие непокрытых страт и полимерного материала является важным фактором позднего рестеноза и тромбоза стента [9]. Эндотелизация также важна для отмены двойной дезагрегантной терапии, а особенно у пациентов с высоким риском кровотечения.

В нашем исследовании через 3 месяца после стентирования мы получили статистически значимое преимущество по первичной конечной точке (NHS)

в группе СПС-БП, чем в группах ЭПС-БП и ЭПС-ПП. Одним из вероятных факторов, помимо профиля самого стента, может быть значимая разница в диаметре изучаемых стентов, так как в группе СПС-БП диаметр был статистически значимо меньше, чем в группах ЭПС-БП и ЭПС-ПП. Подтверждение этому можно найти в исследованиях Nakatani [10] и Ishigami [11], где они показали взаимосвязь между образованием неоинтимального покрытия и диаметром имплантируемых стентов. Эти исследования предполагают, что распределение лекарственного вещества играет важную роль. Концентрация препарата на единицу площади может быть выше при имплантации стентов меньшего диаметра. Также немаловажную роль играет то, как проводилось стентирование, делалось ли пре- и постдилатация, как определялись диаметры пораженных сегментов и т. д. В нашем исследовании мы не акцентировали внимание на этом, что, конечно же, является ограничением исследования.

Процент покрытых страт в группах не различался и составил в среднем 84 %, что примерно коррелирует с данными других исследований [3].

Заключение

Сиролимус-покрытый стент с биodeградируемым полимером обладает лучшим показателем неоинтимального заживления в течение первых трех месяцев по сравнению с эверолимус-покрытым стентом с биodeградируемым полимером и эверолимус-покрытым стентом с постоянным полимером у пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца. Процент покрытых страт в группах СПС-БП, ЭПС-БП и ЭПС-ПП не имеет достоверной разницы. Необходимо проведение дальнейших проспективных рандомизированных исследований с большими выборками для подтверждения полученных данных.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare that they have no conflict of interest.

Литература / References

1. Roth GA, Johnson C, Abajobir A, Abd-Allah F, Abera SF, Abyu G, Ahmed M et al. Global, Regional, and National Burden of Cardiovascular Diseases for 10 Causes, 1990 to 2015. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70(1):1-25. Doi: 10.1016/j.jacc.2017.04.052.
2. Ulrich S. The first clinically used coronary stent was initiated and developed in Lausanne. *Cardiovasc Med*. 2019;22(1).
3. Parker W, Iqbal J. Comparison of Contemporary Drug-eluting Coronary Stents - Is Any Stent Better than the Others? *Heart Int*. 2020;14(1):34-42. Doi: 10.17925/HI.2020.14.1.34.
4. Suzuki S, Nakatani S, Sotomi Y, Shiojima I, Sakata Y, Higuchi Y. Fate of Different Types of Intrastent Tissue Protrusion: Optical Coherence Tomography and Angioscopic Serial Observations at Baseline and 9-Day and 3-Month Follow-Up. *JACC Cardiovasc Interv*. 2018;11(1):95-97. Doi: 10.1016/j.jcin.2017.10.012.
5. Hamanaka Y, Sotomi Y, Kobayashi T, Omatsu T, Dijkstra J, Sakata Y, Hirayama A, Hirata A, Higuchi Y. Comparable neointimal healing in patients with stable coronary lesions and acute coronary syndrome: 3-month optical coherence tomography analysis. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2021;37(7):2095-2105. Doi: 10.1007/s10554-021-02189-0.
6. Varho V, Kiviniemi TO, Namas W, Sia J, Romppanen H, Pietilä M, Airaksinen JK, Mikkelsen J, Tuomainen P, Perälä A,

Karjalainen PP. Early vascular healing after titanium-nitride-oxide-coated stent versus platinum-chromium everolimus-eluting stent implantation in patients with acute coronary syndrome. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2016;32(7):1031-1039. Doi: 10.1007/s10554-016-0871-7.

7. Malle C, Tada T, Steigerwald K, Ughi GJ, Schuster T, Nakano M, Massberg S, Jehle J, Guagliumi G, Kastrati A, Virmani R, Byrne RA, Joner M. Tissue characterization after drug-eluting stent implantation using optical coherence tomography. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2013;33(6):1376-1383. Doi: 10.1161/ATVBAHA.113.301227.

8. Lüscher TF, Steffel J, Eberli FR, Joner M, Nakazawa G, Tanner FC, Virmani R. Drug-eluting stent and coronary thrombosis: biological mechanisms and clinical implications. *Circulation*. 2007;115(8):1051-1058. Doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.675934.

9. Taniwaki M, Radu MD, Zaugg S, Amabile N, Garcia-Garcia HM, Yamaji K, Jørgensen E, Kelbæk H, Pilgrim T, Caussin C, Zanchin T, Veugeois A, Abildgaard U, Jüni P, Cook S, Koskinas KC, Windecker S, Räber L. Mechanisms of Very Late Drug-Eluting Stent Thrombosis Assessed by Optical Coherence Tomography. *Circulation*. 2016;133(7):650-660. Doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.019071.

10. Nakatani S, Nishino M, Taniike M, Makino N, Kato H, Egami Y, Shutta R, Tanouchi J, Yamada Y. Initial findings of impact of strut width on stent coverage and apposition of sirolimus-eluting stents assessed by optical coherence tomography. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2013;81(5):776-781. Doi: 10.1002/ccd.24401.

11. Ishigami K, Uemura S, Morikawa Y, Soeda T, Okayama S, Nishida T, Takemoto Y, Onoue K, Somekawa S, Takeda Y, Kawata H, Horii M, Saito Y. Long-term follow-up of neointimal coverage of sirolimus-eluting stents--evaluation with optical coherence tomography. *Circ J*. 2009;73(12):2300-2307. Doi: 10.1253/circ.jc-08-1116.

Информация об авторах

Бирюков Алексей Владимирович – канд. мед. наук, зав. отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения № 1 научно-исследовательского института хирургии и неотложной медицины, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: m.l.m@bk.ru, ORCID: 0000-0003-2872-5663.

Малаев Дастан Урматович – канд. мед. наук, врач по рентгеноваскулярной диагностике и лечению, клиника «Веданта», г. Бишкек, Кыргызстан, e-mail: dastan.kgma@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6032-788X.

Кретов Евгений Иванович – д-р мед. наук, главный внештатный специалист рентгеноваскулярной диагностики и лечения МЗ Новосибирской области, врач рентгеноваскулярной диагностики и лечения РЦЛ «Центральная клиническая больница» МЗ Новосибирской области, г. Новосибирск, Россия, e-mail: sibvolna2005@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-9818-8678.

Authors information

Biryukov Aleksei V. – Candidate (PhD) of Medical Sciences, Head, Department of Radiosurgical Methods of Diagnosis and Treatment № 1, Research Institute of Surgery and Emergency Medicine, Pavlov University, Saint Petersburg, Russia, e-mail: m.l.m@bk.ru, ORCID: 0000-0003-2872-5663.

Malaev Dastan U. – Candidate (PhD) of Medical Sciences, Physician in X-ray Endovascular Diagnostic and Treatment, Vedanta Clinics, Bishkek, Kyrgyzstan, e-mail: dastan.kgma@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6032-788X.

Kretov Evgenii I. – M. D., Chief Non-Staff Specialist of X-ray Endovascular Diagnostics and Treatment, Ministry of Health of the Novosibirsk Region; Doctor of X-ray Endovascular Diagnostics and Treatment, Central Clinic Hospital, Novosibirsk, Russia, e-mail: sibvolna2005@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-9818-8678.