

## Непосредственные и отдаленные результаты стентирования незащищенного ствола левой коронарной артерии у пациентов со стабильной формой ишемической болезни сердца

Арутюнян Г.К.\*, Проваторов С.И., Жукова Н.С., Терещенко А.С., Огнерубов Д.В., Емельянов П.Г., Краснощеков И.В., Самко А.Н.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, ул. 3-я Черепковская, 15А, Москва, 121552, Российская Федерация

### Резюме

**Цель исследования** – оценить непосредственные и отдаленные результаты стентирования незащищенного ствола левой коронарной артерии (ЛКА) у пациентов, у которых были использованы различные типы стентов с лекарственным покрытием.

**Материал и методы.** В исследование были включены 282 пациента, которым выполнялось стентирование незащищенного ствола ЛКА. Средняя продолжительность наблюдения составила 34,6 [33,9; 35,3] мес. Пациенты были разделены на три группы в зависимости от типа имплантируемого стента (I, II и III поколения соответственно).

**Результаты.** Частота неблагоприятных сердечно-сосудистых событий у пациентов 1-й группы достоверно выше по сравнению с пациентами 2-й и 3-й групп (29 и 7,6%,  $p < 0,0001$ ). Частота тромбозов стентов I поколения достоверно выше (7,0%) по сравнению с таковой у стентов II и III поколения (1,6%) ( $p = 0,02$ ). Частота неблагоприятных сердечно-сосудистых событий сопоставима между 2-й и 3-й группами, несмотря на сокращенную длительность двойной антиагрегантной терапии в группе стентов III поколения. Отсутствие постдилатации стентов в стволе ЛКА является независимым фактором риска неблагоприятного прогноза.

**Заключение.** Использование стентов II и III поколения наряду с изменением технических аспектов стентирования незащищенного ствола ЛКА приводит к существенному снижению риска неблагоприятных сердечно-сосудистых событий и позволяет расширить показания к вмешательству у данной категории пациентов.

**Ключевые слова:** стентирование ствола левой коронарной артерии; ишемическая болезнь сердца; стенты с биорастворимым полимерным покрытием; сокращенная длительность двойной антиагрегантной терапии.

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

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

**Для цитирования:** Арутюнян Г.К., Проваторов С.И., Жукова Н.С., Терещенко А.С., Огнерубов Д.В., Емельянов П.Г., Краснощеков И.В., Самко А.Н. Непосредственные и отдаленные результаты стентирования незащищенного ствола левой коронарной артерии у пациентов со стабильной формой ишемической болезни сердца. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2019; 100 (2): 82–88. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-2-82-88>

Статья поступила 24.11.2018 После доработки 03.12.2018 Принята к печати 18.12.2018

## Immediate and Long-term Results of Stenting of the Unprotected Left Coronary Artery Trunk in Patients with Stable Coronary Heart Disease

Goar K. Arutyunyan\*, Sergey I. Provatorov, Natal'ya S. Zhukova, Andrey S. Tereshchenko, Dmitriy V. Ognerubov, Pavel G. Emel'yanov, Igor' V. Krasnoshchekov, Anatoliy N. Samko

National Medical Research Center of Cardiology, Ministry of Health of the Russian Federation, ul. Tre't'ya Cherepkovskaya, 15A, Moscow, 121552, Russian Federation

**Abstract**

**Objective.** To assess the immediate and long-term results of stenting of the unprotected left coronary artery (LCA) trunk in patients, by using different types of drug-eluting stents.

**Material and methods.** The follow-up covered 282 patients who had undergone stenting of the unprotected LCA trunk. The mean follow-up was 34.6 [33.9; 35.3] months. The patients were divided into groups according to the type of a first-, second-, and third-generation implanted stent.

**Results.** The incidence of adverse cardiovascular events in the patients of Group 1 was significantly higher than in those in Groups 2 and 3 (29 and 7.6%,  $p < 0.0001$ ). The incidence of thrombosis of first-generation stents (7.0%) was significantly higher than that of second- and third-generation ones (1.6%) ( $p = 0.02$ ). The incidence of adverse cardiovascular events was comparable between Groups 2 and 3, despite a shorter duration of dual antiplatelet therapy in the third-generation stent group. The absence of stent postdilatation in the LCA trunk is an independent risk factor for adverse prognosis.

**Conclusion.** The use of second- and third-generation stents along with changes in the technical aspects of stenting of the unprotected LCA trunk leads to a substantial reduction in the risk of adverse cardiovascular events and allows the indications for intervention to be expanded in this patient category.

**Keywords:** stenting of the left main coronary artery; coronary heart disease; stents with biodegradable polymeric coating; reduced duration of dual antiplatelet therapy.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgements.** The study had no sponsorship.

**For citation:** Arutyunyan G.K., Provatorov S.I., Zhukova N.S., Tereshchenko A.S., Ognerubov D.V., Emel'yanov P.G., Krasnoshchekov I.V., Samko A.N. Immediate and long-term results of stenting of the unprotected left coronary artery trunk in patients with stable coronary heart disease. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2019; 100 (2): 82–88 (in Russ.). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-2-82-88>

Received 24.11.2018 Revised 03.12.2018 Accepted 18.12.2018

**Введение**

Стентирование стенозированного ствола левой коронарной артерии (ЛКА) длительное время являлось одной из запретных тем в интервенционной кардиологии. Совершенствование технологии этого вмешательства привело к тому, что вероятность острой окклюзии ствола ЛКА в непосредственном и отдаленном периоде свелась к минимуму, в связи с чем появилась возможность рутинно выполнять стентирование ствола ЛКА [1–5]. Появление в 1986 г. первых коронарных стентов и дальнейшее развитие технологии стентирования значительно расширило показания к выполнению чрескожного коронарного вмешательства на стволе ЛКА. В настоящее время стентирование ствола ЛКА считается эффективной и безопасной альтернативой коронарному шунтированию [2–9].

Рекомендации по реваскуляризации миокарда у пациентов с поражением незащищенного ствола ЛКА основаны на результатах исследований, в которых использовались стенты с лекарственным покрытием I поколения, тогда как стенты с лекарственным покрытием II поколения продемонстрировали лучшие отдаленные результаты, с достоверно более низкой частотой развития рестеноза и тромбоза стента [10, 11].

Таким образом, в настоящее время выбор метода реваскуляризации у таких пациентов основывается на совместном решении кардиолога, кар-

диохирурга и специалиста по эндоваскулярным методам лечения [12]. Нами были проведены проспективное исследование с ретроспективным наблюдением и анализ собственного опыта стентирования незащищенного ствола ЛКА с использованием различных типов коронарных стентов.

**Материал и методы**

В исследование были включены 282 пациента с поражением незащищенного ствола ЛКА, которым выполнялось стентирование с использованием различных типов стентов с лекарственным покрытием. В зависимости от сроков стентирования и типа используемого стента были выделены две группы – проспективная и ретроспективная. В ретроспективную группу (1-я группа,  $n = 100$ ) для анализа были включены пациенты после стентирования незащищенного ствола ЛКА стентами I поколения с антипролиферативным покрытием: Cypher, Cordis ( $n = 48$ ), Taxus, Boston Scientific ( $n = 52$ ). Во 2-ю и 3-ю группы набор пациентов осуществлялся проспективно. Во 2-ю группу ( $n = 101$ ) вошли пациенты после имплантации стентов II поколения с антипролиферативным покрытием: Promus, Boston Scientific ( $n = 48$ ), Xience, Abbott ( $n = 53$ ). Пациентам 3-й группы ( $n = 81$ ) были имплантированы стенты III поколения с биodeградируемым полимером: Synergy, Boston Scientific. Все пациенты находились на стандартной двойной антиагрегантной

терапии (ДААТ) до и после вмешательства (пациенты 3-й группы получали ДААТ в течение 4 мес).

Регистрация неблагоприятных событий осуществлялась на госпитальном этапе и через 36 мес после выписки. Средний период наблюдения составил 34,6 [33,9; 35,3] мес. Конечными точками исследования были смерть и крупные сердечно-сосудистые события: инфаркт миокарда (ИМ), острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК), повторная реваскуляризация, тромбоз стента.

Для статистической обработки результатов был использован статистический пакет PASW Statistics v. 18 for Windows. Для оценки достоверности межгрупповых различий по количественным показателям применяли критерий Краскела–Уоллиса. Для оценки значимости различий частоты событий между группами использовали критерий  $\chi^2$ . Для каждой из проверяемых гипотез статистически значимыми различия считались при  $p < 0,05$ .

## Результаты

Исходные характеристики пациентов были сопоставимы между группами (табл. 1). Стентирование незащищенного ствола левой коронарной артерии в 1-й группе с использованием стентов I поколения выполнялось в период с 2004 по 2009 г.,

в связи с чем технические аспекты стентирования в этой группе отличались от таковых в проспективных группах (табл. 2).

За время наблюдения в проспективной группе зарегистрировано 14 (7,6%) неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (НСС). Общая частота летальных исходов составила 3,8%, повторной реваскуляризации – 9,8%, тромбоза стента – 1,6%. В 2 случаях подтвержденный по результатам вскрытия подострый тромбоз стента в стволе ЛКА возник на фоне самостоятельной отмены пациентами двойной антиагрегантной терапии. У 1 пациента отмечен достоверный очень поздний тромбоз стента.

В ретроспективной группе (с использованием стентов I поколения) зарегистрировано 29 (29,0%) НСС. Общая частота летальных исходов составила 7,0%, повторной реваскуляризации – 27%, тромбоза стента – 7,0%. В 2 случаях подтвержденный по результатам вскрытия подострый тромбоз стента в стволе ЛКА возник на фоне самостоятельной отмены пациентами ДААТ. У 3 пациентов отмечен достоверный очень поздний тромбоз стента. У 2 пациентов внезапная смерть произошла в течение первого года после вмешательства, в связи с чем у них заподозрен тромбоз стента.

Таблица 1

Исходная клиническая характеристика пациентов (n = 282)

Параметр	1-я группа		2-я группа		3-я группа	p
	Cypher (n=48)	Taxus (n=52)	Promus (n=48)	Xience (n=53)	Synergy (n=81)	
Возраст, лет	61,2 [59,8; 60,9]		64,3 [62,3; 66,3]		63,9 [61,3; 66,4]	0,0620
Мужской пол	74 (74,0%)		75 (74,2%)		69 (85,2%)	0,1337
Сахарный диабет	21 (21,0%)		19 (18,8%)		13 (16,0%)	0,6981
Артериальная гипертензия	88 (88,0%)		96 (95,0%)		75 (92,6%)	0,1810
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	29,2 [28,3; 30,2]		28,6 [27,7; 29,4]		28,6 [27,5; 29,6]	0,5529
ФВ ЛЖ <50%	13 (13,0%)		16 (15,8%)		10 (12,3%)	0,8388
Периферический атеросклероз	27 (27,0%)		30 (29,7%)		15 (18,5%)	0,2088
SYNTAX Score, баллы	23,3 [21,3; 25,2]		24,3 [22,7; 26,0]		23,7 [21,7; 25,6]	0,5230

Примечание. ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка, ИМТ – индекс массы тела.

Таблица 2

Особенности выполненного вмешательства в группах (n = 282)

Параметр	1-я группа		2-я группа		3-я группа	p
	Cypher (n=48)	Taxus (n=52)	Promus (n=48)	Xience (n=53)	Synergy (n=81)	
Радиальный доступ	12 (12,0%)		100 (99,0%)		81 (100,0%)	<0,0001
“Kissing”-баллонирование	40 (40,0%)		86 (85,1%)		67 (82,7%)	<0,0001
Постдилатация стента	35 (35,0%)		83 (82,2%)		76 (93,8%)	<0,0001
Средняя длина стента, мм	17,4 [15,9; 18,8]		22,6 [21,2; 24,1]		24,4 [22,2; 26,5]	<0,0001
Средний диаметр стента, мм	3,8 [3,7; 3,9]		3,8 [3,8; 3,9]		3,9 [3,9; 4,0]	0,0025

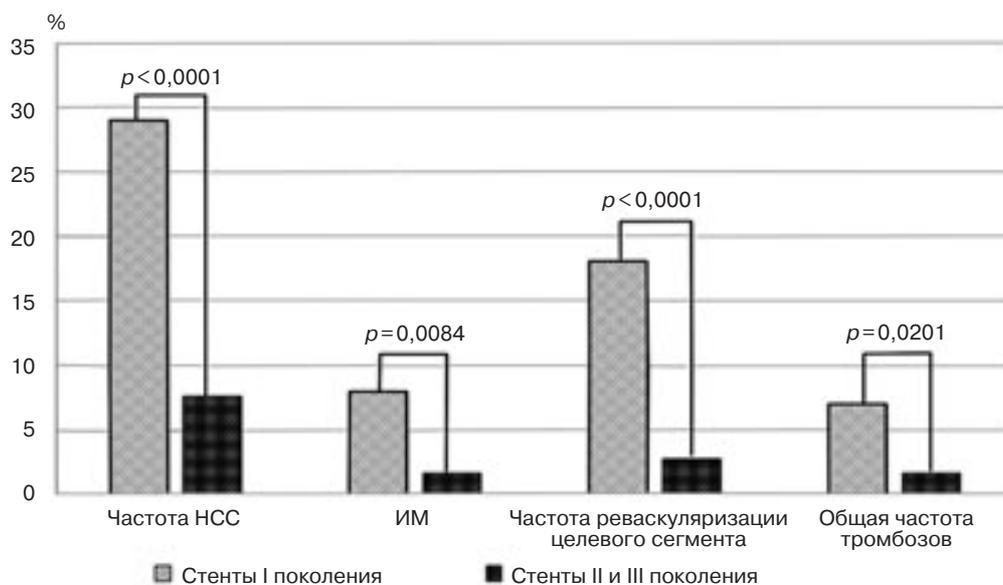


Рис. 1. Частота неблагоприятных сердечно-сосудистых событий у пациентов после стентирования незащищенного ствола левой коронарной артерии

Таким образом, частота НСС у пациентов ретроспективной группы (стенты I поколения) была достоверно больше, чем у пациентов проспективной группы, и составила 29% против 7,6% ( $p < 0,0001$ ). Частота тромбозов стента также была достоверно выше в 1-й группе – 7,0% против 1,6% во 2-й и 3-й группах ( $p = 0,02$ ) (рис. 1).

Частота НСС была сопоставима между 2-й и 3-й группами. Частота тромбоза стента между этими группами также была сопоставима, несмотря на сокращенную длительность приема двойной антиагрегантной терапии в группе со стентами III поколения (2,0 и 1,2% соответственно,  $p = 0,6946$ ).

На основании полученных результатов наблюдения нами был проведен анализ факторов риска неблагоприятных событий у пациентов после стентирования незащищенного ствола ЛКА.

Из клинических факторов достоверную прогностическую значимость имели возраст пациентов старше 75 лет (ОШ 1,153, 95% ДИ 1,052–1,264), клиренс креатинина менее 60 мл/мин (ОШ 1,931, 95% ДИ 1,017–3,667) и наличие периферического атеросклероза (ОШ 1,129, 95% ДИ 1,009–1,151). Из ангиографических факторов наибольшее значение имели отсутствие постдилатации стента (ОШ 3,062, 95% ДИ 1,765–5,312), бифуркационное стентирование (ОШ 1,207, 95% ДИ 1,031–1,413), высокий риск по шкале Syntax (ОШ 1,428, 95% ДИ 1,159–1,760) и использование стентов I поколения (ОШ 3,770, 95% ДИ 2,091–6,797).

## Обсуждение

За 40 лет существования стентирования представления о техниках стентирования и используе-

мых устройствах претерпели существенные изменения. Эти изменения тесно связаны с анализом причин основных отдаленных осложнений стентирования – тромбоза и рестеноза. Оба осложнения обусловлены наличием хронического воспалительного ответа в сосудистой стенке и неравномерной эндотелизацией устройства. В свою очередь, это определяется финальным результатом стентирования (наличие мальаппозиции стента, неполное покрытие атеросклеротической бляшки, недостаточная минимальная площадь просвета сосуда) и техническими характеристиками стента (толщина каркаса, концентрация лекарственного препарата и скорость его выделения, наличие и биосовместимость полимерного покрытия) [1].

В нашем исследовании использование стентов I поколения с лекарственным покрытием было ассоциировано с достоверно более высокой частотой развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий и тромбоза стента, что сопоставимо с результатами крупных рандомизированных исследований [7–11]. При этом использование стентов с биоразлагаемым полимерным покрытием продемонстрировало сопоставимую эффективность и безопасность со стентами II поколения по частоте развития НСС и тромбоза стентов.

Основными причинами, определившими лучшие результаты стентирования незащищенного ствола ЛКА при использовании стентов II и III поколения, стали устранение неблагоприятного воздействия постоянного полимерного покрытия на стенку сосуда, уменьшение профиля платформы стента и опосредованное увеличение

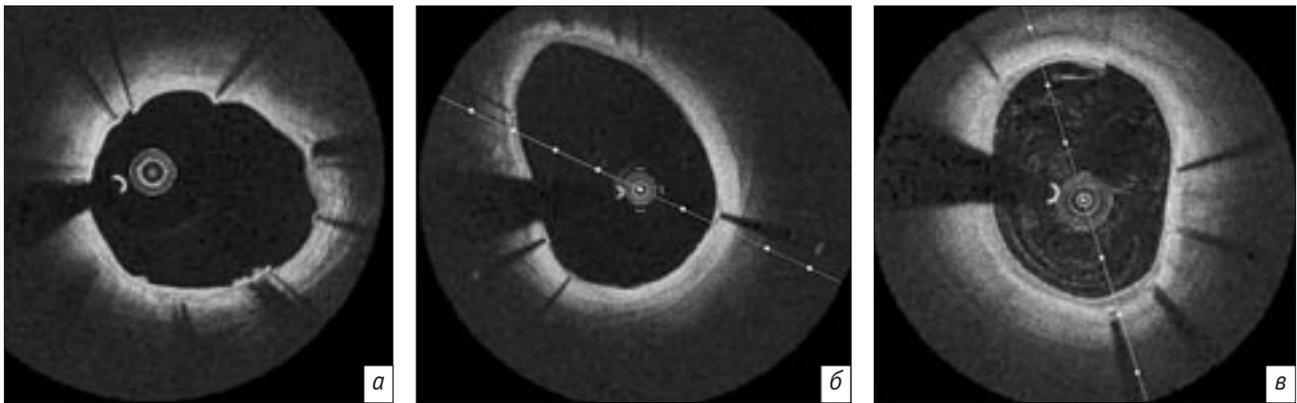


Рис. 2. Сравнение эндотелизации различных интракоронарных стентов по результатам оптической когерентной томографии:

а – стент I поколения через 7 лет после установки в стволе ЛКА: балки однородно покрыты тонким слоем эндотелия, однако на некоторых балках имеются наложения фибрина, микротромбы; б – стент II поколения через 3 мес после имплантации в стволе ЛКА: большинство балок покрыты однородным слоем эндотелия, но имеются единичные непокрытые балки; в – стент III поколения с биоразлагаемым полимерным покрытием: все балки покрыты плотным слоем эндотелия

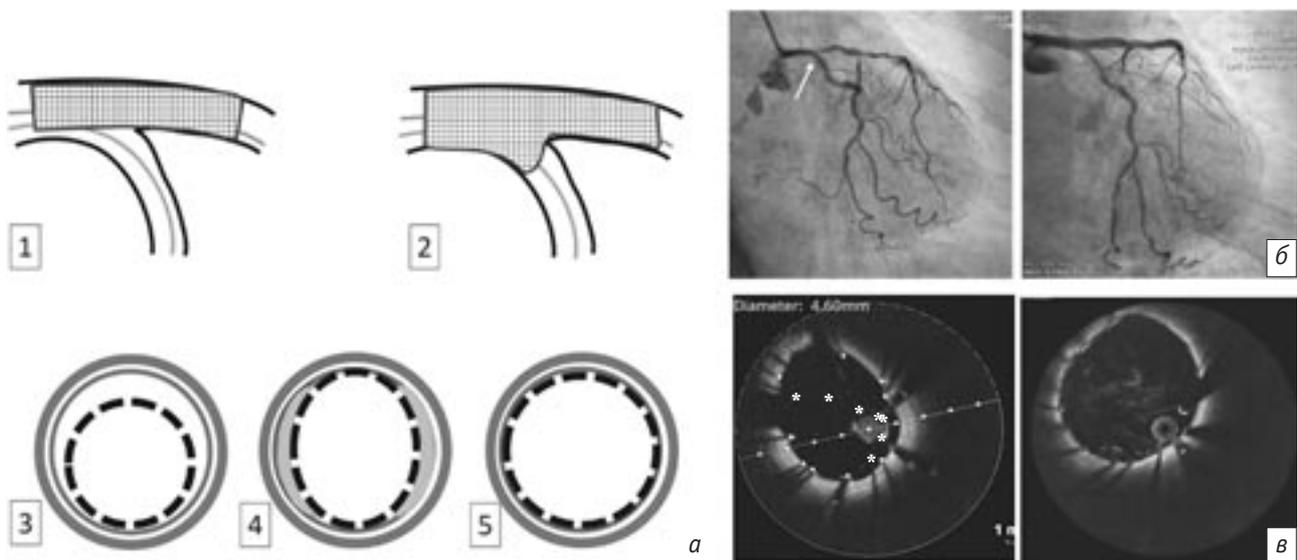


Рис. 3. Оптимизация стента в стволе ЛКА:

а – 1, 2 – мальаппозиция стента в ЛКА и оптимизация результата стентирования; 3, 4, 5 – мальаппозиция стента после его имплантации в стволе левой коронарной артерии и результат (5) проксимальной оптимизации стента; б – коронарография в правой каудальной проекции: терминальное поражение ствола ЛКА (стрелка) с вовлечением устья передней нисходящей артерии и результат стентирования (справа); в – оптическая когерентная томография: звездочками показаны балки стента (мальаппозиция), справа – результат оптимизации

скорости эндотелизации стента [13] (рис. 2). Вторым фактором, достоверно улучшившим результаты стентирования незащищенного ствола ЛКА, стало снижение риска мальаппозиции стента.

Анализ факторов риска стентирования незащищенного ствола ЛКА в нашей работе продемонстрировал, что выполнение оптимизации стентирования у пациентов с поражением ствола ЛКА оказывает существенное влияние на отдаленные результаты вмешательства (рис. 3). Как и предполагалось, высокий риск по шкале Syntax (>33 баллов) в период наблюдения был ассоциирован с вы-

сокой частотой неблагоприятных сердечно-сосудистых событий.

Это может объясняться двумя факторами. Первый фактор – наличие протяженного поражения коронарного русла: большая длина стентированного участка приводит к замедлению процесса эндотелизации стента, что увеличивает риск развития позднего и очень позднего тромбоза стента. Улучшить результат стентирования протяженных поражений у пациентов с высоким риском может использование стентов нового поколения с биоразлагаемым полимерным покрытием, эндотелиза-

ция которых ускоряется за счет гидролиза полимера и исключения его воспалительного воздействия на сосудистую стенку [12]. Вторым фактором является сложность подготовки поражения и оптимизации результатов у пациентов с высоким риском. В этом случае использование дополнительных методов подготовки поражения (тщательная преддилатация, применение ротационной атерэктомии) и внутрисосудистой визуализации позволяет минимизировать риск мальаппозиции стента и улучшить непосредственные и отдаленные результаты стентирования [14–16].

## Заключение

К настоящему времени проведено большое количество исследований, продемонстрировавших, что стентирование незащищенного ствола ЛКА может быть альтернативой операции коронарного шунтирования. Накопление опыта стентирования незащищенного ствола ЛКА с использованием новых техник и новых генераций стентов может позволить значительно расширить показания к этому вмешательству и повысить уровень доказательности клинических рекомендаций в отношении выбора тактики лечения данной группы пациентов.

## Литература [References]

1. Арутюнян Г.К., Терещенко А.С., Кайралиев Д.М., Меркулов Е.В., Проваторов С.И., Самко А.Н. Стентирование незащищенного ствола левой коронарной артерии у пациентов со стабильной формой ишемической болезни сердца: эволюция представлений. *Неотложная кардиология*. 2017; 1: 25–33. [Arutyunyan G.K., Tereshchenko A.S., Kayraliev D.M., Merkulov E.V., Provatorov S.I., Samko A.N. Percutaneous coronary intervention for unprotected left main coronary artery stenosis in patients with stable ischemic heart disease. The evolution opinions. *Neotlozhnaya Kardiologiya (Emergency Cardiology)*. 2017; 1: 25–33 (in Russ.).]
2. Арутюнян Г.К., Меркулов Е.В. Инвазивное лечение ишемической болезни сердца. В кн.: Сергиенко И.В., Аншелес А.А., Кухарчук В.В. Дислипидемии, атеросклероз и ишемическая болезнь сердца: современные аспекты патогенеза, диагностики и лечения. М.; 2018: 158–94. [Arutyunyan G.K., Merkulov E.V. The invasive treatment of coronary heart disease. In: Sergienko I.V., Ansheles A.A., Kukharchuk V.V. Dyslipidemia, atherosclerosis and coronary heart disease: modern aspects of pathogenesis, diagnosis and treatment. Moscow; 2018: 158–94 (in Russ.).]
3. Stone P., Goldschlager N. Left main coronary artery disease: review and appraisal. *Cardiovasc. Med*. 1979; 4: 165–77.
4. Herrick J. Clinical features of sudden obstruction of the coronary arteries. *JAMA*. 1912; 59: 2015–20.
5. Conley M.J., Ely R.L., Kisslo J. The prognosis spectrum of left main stenosis. *Circulation*. 1978; 57: 947–52.
6. Fajadet J., Chieffo A. Current management of left main coronary artery disease. *Eur. Heart J*. 2012; 33: 36–50. DOI: 10.1093/eurheartj/ehr426
7. Patrick W.S., Marie-Claude M., Kappetein A.P., Colombo A., Holmes D.R., Mack M.J. Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease. *N. Engl. J. Med*. 2009; 360 (10): 961–72. DOI: 10.1056/NEJMoa0804626
8. Mohr F.W., Morice M.C., Kappetein A.P., Feldman T.E., Stähle E., Colombo A. Coronary artery bypass graft surgery versus percutaneous coronary intervention in patients with three-vessel disease and left main coronary disease: 5-year follow-up of the randomised, clinical SYNTAX trial. *Lancet*. 2013; 381 (9867): 629–38. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)60141-5
9. Windecker S., Kolh P., Alfonso F., Collet J.P., Cremer J., Falk V. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur. Heart J*. 2014; 35: 2541–61.
10. Stone G.W., Sabik J.F., Serruys P.W. Everolimus-eluting stents or bypass surgery for left main coronary artery disease. *N. Engl. J. Med*. 2016; 375 (23): 2223–35. DOI: 10.1056/NEJMoa1610227
11. Mäkikallio T., Holm N.R., Lindsay M., Spence M.S., Erglis A., Menown I.B. Percutaneous coronary angioplasty versus coronary artery bypass grafting in treatment of unprotected left main stenosis (NOBLE): a prospective, randomised, open-label, non-inferiority trial. *Lancet*. 2017; 388 (100610): 2743–52.
12. Pandya B., Gaddam S., Raza M. Biodegradable polymer stents vs second generation drug eluting stents: a meta-analysis and systematic review of randomized controlled trials. *World J. Cardiol*. 2016; 8 (2): 240–6.
13. Danzi G.B., Piscione F. DES with bioabsorbable polymers, antiplatelet therapy and stent thrombosis. Turin: Edizioni Minerva Medica; 2012.
14. Jaryl Ng., Foin N. Over-expansion capacity and stent design model: an update with contemporary DES platforms. *Intern. J. Cardiol*. 2016; 221: 171–9.
15. Lassen J.F., Burzotta F., Banning A.P., Lefèvre T., Darremont O., Hildick-Smith D. Percutaneous coronary intervention for the left main stem and other bifurcation lesions: 12th consensus document from the European Bifurcation Club. *EuroIntervention*. 2018; 13 (13): 1540–53. DOI: 10.4244/EIJ-D-17-00622
16. Lemmert M.E., Oldroyd K., Barragan P., Lesiak M., Byrne R.A., Daemen J. et al. Reduced duration of dual antiplatelet therapy using an improved drug-eluting stent for percutaneous coronary intervention of the left main artery in a real-world, all-comer population: rationale and study design of the prospective randomized multicenter IDEAL-LM trial. *Am. Heart J*. 2017; 187: 104–11. DOI: 10.1016/j.ahj.2017.02.015

**Сведения об авторах | Information about the authors**

**Арутюнян Гоар Кимовна\***, аспирант, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России; [orcid.org/0000-0001-8600-3189](https://orcid.org/0000-0001-8600-3189)

E-mail: [argoar@yandex.ru](mailto:argoar@yandex.ru)

**Проваторов Сергей Ильич**, д. м. н., вед. науч. сотр., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России

**Жукова Наталья Семеновна**, к. м. н., ст. науч. сотр., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России; [orcid.org/0000-0002-3547-4527](https://orcid.org/0000-0002-3547-4527)

**Терещенко Андрей Сергеевич**, к. м. н., науч. сотр., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России; [orcid.org/0000-0002-4198-0522](https://orcid.org/0000-0002-4198-0522)

**Огнерубов Дмитрий Викторович**, аспирант, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России; [orcid.org/0000-0002-4781-2773](https://orcid.org/0000-0002-4781-2773)

**Емельянов Павел Григорьевич**, ординатор, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России

**Краснощеков Игорь Владимирович**, ординатор, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России

**Самко Анатолий Николаевич**, д. м. н., профессор, руководитель отдела рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России; [orcid.org/0000-0003-1808-3484](https://orcid.org/0000-0003-1808-3484)

**Goar K. Arutyunyan\***, Postgraduate, National Medical Research Center of Cardiology, Ministry of Health of the Russian Federation; [orcid.org/0000-0001-8600-3189](https://orcid.org/0000-0001-8600-3189)

E-mail: [argoar@yandex.ru](mailto:argoar@yandex.ru)

**Sergey I. Provatorov**, Dr. Med. Sc., Leading Researcher, National Medical Research Center of Cardiology, Ministry of Health of the Russian Federation

**Natal'ya S. Zhukova**, Cand. Med. Sc., Senior Researcher, National Medical Research Center of Cardiology, Ministry of Health of the Russian Federation; [orcid.org/0000-0002-3547-4527](https://orcid.org/0000-0002-3547-4527)

**Andrey S. Tereshchenko**, Cand. Med. Sc., Researcher, National Medical Research Center of Cardiology, Ministry of Health of the Russian Federation; [orcid.org/0000-0002-4198-0522](https://orcid.org/0000-0002-4198-0522)

**Dmitriy V. Ognerubov**, Postgraduate, National Medical Research Center of Cardiology, Ministry of Health of the Russian Federation; [orcid.org/0000-0002-4781-2773](https://orcid.org/0000-0002-4781-2773)

**Pavel G. Emel'yanov**, Resident Physician, National Medical Research Center of Cardiology, Ministry of Health of the Russian Federation

**Igor' V. Krasnoshchekov**, Resident Physician, National Medical Research Center of Cardiology, Ministry of Health of the Russian Federation

**Anatoliy N. Samko**, Dr. Med. Sc., Professor, Head of Department of Endovascular Methods of Diagnostics and Treatment, National Medical Research Center of Cardiology, Ministry of Health of the Russian Federation; [orcid.org/0000-0003-1808-3484](https://orcid.org/0000-0003-1808-3484)