

Эндоваскулярное лечение больных с протяженными и диффузными поражениями коронарных артерий

М.Н. БАРКАЛОВ, Р.В. АТАНЕСЯН, Ю.Г. МАТЧИН

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. 3-я Черепковская 15а, Москва, 121552, Россия

Резюме

Ишемическая болезнь сердца до сих пор является основной причиной инвалидизации и смертности среди взрослого населения в развитых странах мира, в том числе в России. Несмотря на значительные успехи в развитии технологий эндоваскулярного лечения и инструментального оснащения в интервенционной кардиологии, пациенты с диффузным поражением коронарного русла по-прежнему являются одной из самых обсуждаемых групп при выборе методики реваскуляризации миокарда. С целью решения данной проблемы разрабатываются новые инструменты, в том числе появились стенты новой генерации с биodeградируемым полимером длиной до 60 мм. Первые исследования показывают высокую эффективность и безопасность использования данной технологии лечения.

В данном обзоре представлены сведения о морфологических особенностях коронарного русла пациентов с протяженным атеросклеротическим поражением и их влияние на прогноз. Также приведены данные о возможностях применения различных, в том числе современных методик эндоваскулярного лечения больных с протяженным поражением коронарных артерий. Приведен анализ результатов исследований, где сравниваются безопасность и эффективность различных методик эндоваскулярного лечения, а также особенности антитромбоцитарной терапии при лечении данной группы пациентов.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, протяженное и диффузное поражение коронарных артерий, транслюминальная баллонная коронарная ангиопластика, стентирование коронарных артерий.

Endovascular treatment of patients with prolonged and diffuse coronary artery lesions

M.N. BARKALOV, R.V. ATANESYAN, Y.G. MATCHIN

Federal State Budget Organization «National Medical Research Center of Cardiology» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 3rd Cherepkovskaya Str. 15a, Moscow, 121552, Russia

Summary

Coronary heart disease is still the main cause of disability and mortality among adults in developed countries, including Russia. Despite significant advances in the development of endovascular treatment technologies and instrumental equipment in interventional cardiology, patients with diffuse coronary artery disease are still one of the most discussed groups in the choice of myocardial revascularization method. In order to solve this problem, new instruments are being developed, including new generation stents with biodegradable polymer up to 60 mm long. The First studies show the high efficiency and safety of this treatment technology.

The review presents information on the morphological features of the coronary bed of patients with prolonged atherosclerotic lesions and their impact on prognosis. The data on the possibilities of using various, including modern, methods of endovascular treatment of patients with prolonged coronary artery disease are also presented. The analysis of numerous results of researches where safety and efficiency of various methods of endovascular treatment, and also features of antiplatelet therapy at treatment of this group of patients are compared is resulted.

Key words: coronary heart disease prolonged and diffuse coronary artery disease, transluminal balloon coronary angioplasty, coronary artery stenting.

Сведения об авторах:

Баркалов Максим Николаевич (автор, ответственный за переписку) — аспирант 2-го отделения рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения НИИ клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России; e-mail: Barkalov.maksim@rambler.ru; +7 (495) 414-69-83; ORCID: 0000-0002-6882-9670.

Матчин Юрий Георгиевич — доктор медицинских наук, главный научный сотрудник лаборатории рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения в амбулаторных условиях ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России; e-mail: Yumatchin@gmail.com; +7 (495) 414-68-53; ORCID: 0000-0002-0200-852X.

Атанесян Руслан Вагифович — кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения в амбулаторных условиях ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России; e-mail: Atarus@bk.ru; +7 (495) 414-69-83; ORCID: 0000-0003-3522-9537.

Морфологические особенности поражений коронарного русла и их влияние на прогноз

Одной из главных задач рентгенэндоваскулярных методов лечения ишемической болезни сердца (ИБС) наряду с обеспечением безопасности и эффективности является расширение показаний к эндоваскулярному лечению сложных форм поражений коронарных артерий (КА). Несмотря на богатый опыт проведения чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) при распространенном атеросклерозе коронарного русла, пациенты с пролонгированным и диффузным поражением КА по-прежнему являются одной из наиболее обсуждаемых групп при выборе метода реваскуляризации миокарда [1, 2]. Степень сужения и анатомическая характеристика поражения КА до использования в клинической практике стентов являлись независимыми предикторами, влияющими на непосредственный результат проведения транслюминальной баллонной коронарной ангиопластики (ТБКА) [3]. Известно, что ряд морфологических характеристик коронарного русла, таких как выраженный кальциноз, извитость, протяженность пораженного участка и хроническая окклюзия коронарных артерий (ХОКА), значительно усложняют доставку устройства в целевую зону артерии, а также увеличивают риск развития интраоперационных осложнений и главных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (ГНСС) в отдаленном периоде после ЧКВ [4].

Спустя 40 лет после выполнения первой ЧКВ инструментальное оснащение и технологии в интервенционной кардиологии значительно усовершенствовались. Несмотря на это, морфологическая характеристика поражения КА все еще остается одним из определяющих факторов как непосредственного технического результата ЧКВ, так и клинического успеха эндоваскулярного вмешательства [5]. В полученных результатах проведенных регистров также отмечено влияние морфологической характеристики поражения КА у больных ИБС на успех интервенционного вмешательства и риск развития осложнений после эндоваскулярной операции. Сложные стенозы (типа В или С по классификации ACC/АНА) были связаны с более высокими показателями осложнений, включая диссекцию КА, синдром no-reflow и перфорацию сосуда. Кроме того, сложная анатомия поражения сопровождалась более высокими показателями смертности и ГНСС, такими как перипроцедурный инфаркт миокарда (ИМ), кардиогенный шок и экстренное аортокоронарное шунтирование (АКШ) [6].

В 1988 году экспертами Американского колледжа кардиологов (American College of Cardiology (ACC)) и Американской ассоциации сердца (American Heart Association (AHA)) была опубликована одна из первых классификаций морфологии коронарных поражений [7]. Авторы предложили термин диффузного поражения КА (протяженностью более 20 мм), который вошел в группу сложных (комплексных) морфологических поражений [8]. В свою очередь, К. Тап с соавт. отметили, что поражения, объединенные в тип С (диффузное поражение (более 20 мм), чрезмерная извитость проксимального сегмента (более 90 градусов), окклюзия КА более 3 месяцев, невозможность защиты крупной боковой ветви) по-разному влияют на успех и риски осложнений ЧКВ, в зависимости от количества неблагоприятных факторов и их сочетания. Среди других независимых неблагоприятных прогностических факторов ЧКВ диффузный характер поражения КА представляет отдельный интерес [9]. В 1992 году R. Mylet с соавт. опубликовали результаты исследования, проводившегося с 1990 по 1991 год, в котором ТБКА 136 пролонгированных поражений (> 20 мм) сопровождалась высокой частотой

осложнений (диссекция КА и острая окклюзия целевой артерии) (11%) и низким успехом вмешательства (89%) [10]. В рандомизированном исследовании AMRO (Amsterdam — Rotterdam) выполнена оценка непосредственных результатов ТБКА у 151 пациента с протяженным поражением КА. Острые коронарные осложнения были выявлены в 3,3% случаев, а непосредственный успех ЧКВ составил 79% [11]. Результаты вышеперечисленных исследований подтвердили влияние протяженности поражения КА на увеличение частоты острых коронарных осложнений и снижение непосредственного успеха эндоваскулярного вмешательства. Однако некоторые исследования не показали корреляционной взаимосвязи между длиной поражения КА и риском развития осложнений [12, 13]. В работе W.R. Nerman с соавт., включающей 1442 пациентов, также было отмечено, что протяженность поражения коронарного русла, по результатам множественного регрессионного анализа, не является предиктором развития ГНСС [14]. Противоречивые результаты исследований послужили поводом к более подробному анализу, в ходе которого исследователи предположили наличие погрешности в проведении количественного замера длины пораженных участков коронарного русла [15].

Последующие значимые регистры ERCTO и IRCTO, посвященные эндоваскулярному вмешательству при ХОКА, снова подтвердили важность протяженности окклюзии как предиктора неблагоприятного исхода ЧКВ [16, 17]. При анализе данных регистра ERCTO (European Registry of Chronic Total Occlusion) было выявлено, что протяженность окклюзии КА > 20 мм достоверно ассоциировалась с низким успехом реканализации ХОКА (доверительный интервал (ДИ) 0,35–0,79, $p < 0,001$, отношение рисков (ОР) 9,6; 95%) [17]. Однако ряд авторов считают, что длина поражения КА более 20 мм не является предиктором безуспешности реваскуляризации хронической окклюзии [18]. Несмотря на различные точки зрения исследователей, встречаемые в литературе, и модернизацию основных критериев успеха эндоваскулярного лечения КА, протяженное (диффузное) поражение коронарного русла, как изолированно, так и в сочетании с другими вышеперечисленными предикторами прогноза, является значимым фактором, влияющим на отдаленные результаты и непосредственный успех ЧКВ.

В настоящее время не существует единых общепринятых критериев, характеризующих протяженность поражения КА, что нередко усложняет выбор оптимального метода реваскуляризации. Актуальность данной проблемы связана как с ростом средней продолжительности жизни населения, так и с «омоложением» атеросклеротического процесса, что способствует большему выявлению сложных форм поражений коронарного русла. Известно, что в настоящее время доля больных с распространенным многососудистым поражением коронарного русла неуклонно растет и составляет более 40–50% от общего количества ЧКВ [19]. В свою очередь, из всех ежегодно выполняемых ЧКВ около 20% приходится на долю пациентов с протяженным поражением КА [20]. Под термином «многососудистое поражение» исследователями зачастую подразумевается понятие диффузного или протяженного поражения коронарного русла. Но все же большинство авторов под термином многососудистого поражения имеют в виду наличие гемодинамически значимых сужений в бассейне двух или трех крупных эпикардальных артерий [21].

Помимо основных ангиографических критериев, которые объединены в группу сложных поражений, значимость клинических факторов, влияющих на исход реваскуляриза-

ции, не стоит недооценивать. Особое место отводится группе пациентов, страдающих сахарным диабетом (СД), из-за более выраженного и агрессивного течения атеросклероза с пролонгированным поражением коронарного русла и вовлечением в атеросклеротический процесс артерий малого диаметра [22]. Особенно важно отметить, что при диффузном атероматозе зачастую поражается дистальное русло КА, что, в свою очередь, ограничивает перспективность ЧКВ и АКШ вследствие снижения эффективности и большего риска интра- и послеоперационных осложнений [23].

В настоящее время существует множество шкал стратификации риска и лишь небольшое количество из них учитывают анатомические особенности КА как основных факторов, влияющих на исход ЧКВ. Вслед за развитием технологий и усовершенствованием интервенционного оснащения была пересмотрена прогностическая значимость классификации АСС/АНА (табл. 1). При оценке более 11 ангиографических критериев поражения КА в традиционную модель рисков не были включены такие значимые параметры, как опыт оператора, технические особенности проведения процедуры, клиническая характеристика пациента и имплантация стента.

Таблица 1. Классификация поражений коронарных артерий (АСС/АНА)

Тип А: (высокий успех ЧКВ, > 85%; низкий риск ЧКВ)	
Локальный стеноз (менее 10 мм)	Незначительный кальциноз пораженного сегмента или его отсутствие
Концентрический стеноз	Неполная окклюзия
Стеноз, технически легкодоступный для лечения	Не устьевое поражение
Ангуляция пораженного сегмента (< 45°)	Отсутствие крупных ветвей в области стеноза
Ровный контур пораженного сегмента	Отсутствие пристеночного тромбоза
Тип В: (умеренный успех ЧКВ, 60–85%, умеренный риск ЧКВ)	
Тубулярный стеноз (10–20 мм)	Кальциноз пораженного сегмента средней или выраженной степени
Эксцентрический стеноз	Устьевое поражение
Незначительная извитость проксимального сегмента	Стеноз в области бифуркации, требующий применения двух проводников
Незначительный изгиб пораженного сегмента (45–90°)	Тромбоз
Неправильный контур пораженного сегмента	Тотальная окклюзия, существующая менее 3 месяцев
Тип С: (низкий успех ЧКВ, < 60%; высокий риск ЧКВ)	
Диффузный стеноз (более 20 мм)	Невозможность защиты крупных ветвей в области стеноза
Выраженная извитость проксимального сегмента	Поражение венозного шунта
Выраженный изгиб пораженного сегмента (> 90°)	Тотальная окклюзия давностью более 3 месяцев

Модифицированная классификация поражений коронарных артерий (по Ellis) [3].

Примечание. Тип В1: одна неблагоприятная характеристика поражения коронарных артерий типа В
 Тип В2: две и более неблагоприятные характеристики поражения коронарных артерий типа В
 ЧКВ — чрескожное коронарное вмешательство

Шкала рисков, разработанная специалистами клиники Мауо, включила в себя более полноценную информацию, опираясь на взаимосвязь не только ангиографических (стеноз основного ствола левой КА $\geq 70\%$, многососудистое поражение КА (стеноз $> 70\%$ более чем в одной крупной эпикардиальной артерии) и тромбоз КА), но и клинических факторов (возраст пациента, застойная сердечная недостаточность $\geq$ III функционального класса (по классификации NYHA), экстренное ЧКВ, хроническая болезнь почек и кардиогенный шок), что значительно оптимизировало методику оценки риска развития сердечно-сосудистых осложнений [6].

В отличие от всех предшествующих шкал стратификации риска, оценивающих степень тяжести поражения коронарного русла, шкала Syntax, разработанная для выбора оптимального метода реваскуляризации у пациентов с поражением ствола левой КА или трехсосудистым поражением, впервые учитывает диффузный характер поражения КА, что является независимым предиктором главных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, а также цереброваскулярных, у пациентов после ЧКВ [24].

На сегодняшний день невозможно однозначно ответить на вопрос, являются ли понятия протяженного и диффузного поражения коронарного русла взаимозаменяемыми. Однако, учитывая общепринятую морфологическую классификацию повреждений КА, диффузным поражением принято считать протяженные стенозы длиной более 20 мм [3]. Вместе с тем R.D. Safian и соавт. полагают, что понятия диффузного и протяженного повреждения КА не являются тождественными, так как протяженными стенозами они описывают поражения длиной более 10 мм, а диффузные характеризуют наличием не менее трех стенозов со степенью сужения $> 50\%$, на расстоянии 5 мм друг от друга, в одной из КА [25]. Таким образом, по данным литературы, диффузное поражение коронарного русла характеризуется сочетанием множественных гемодинамически значимых стенозов (более 50%) и/или окклюзий крупных венечных артерий, отделенных друг от друга ангиографически неизменными или малоизмененными участками в одной и той же КА; или наличием гемодинамически значимого стенозирования крупной КА на значительном протяжении [26].

Интервенционные вмешательства в лечении протяженных и диффузных поражений КА

В течение ряда десятилетий ТБКА была общепринятым стандартом эндоваскулярного лечения пациентов с однососудистым поражением коронарного русла простой морфологии. При данном виде поражения непосредственный успех ТБКА составлял более 90%, а показатели комбинированной конечной точки, включающей летальность и острый инфаркт миокарда (ОИМ), — менее 5%. Однако, несмотря на удовлетворительный первичный успех эндоваскулярного вмешательства и относительную безопасность данного метода лечения, ТБКА имела существенные ограничения в лечении пациентов с морфологически сложными вариантами поражения КА [27]. В настоящее время одним из самых сложных разделов интервенционной кардиологии остается эндоваскулярное лечение диффузных форм поражений коронарного русла [28, 29]. Однако накопление опыта специалистами, совершенствование технологий и инструментального оснащения постепенно позволяют добиться большего технического успеха вмешательства и значительно уменьшить риск осложнений, в том числе благодаря широкому использованию оперативного доступа через артерии предплечья [30, 31], что приводит к расширению показаний для эндоваскулярного лечения пациентов, страдающих ИБС с морфологически неблагоприятными формами поражений коронарного русла.

Первые исследования, посвященные эндоваскулярному лечению диффузных и протяженных поражений КА методом ТБКА, показали неоднозначные результаты [25]. В целом ряде научных исследований баллонная ангиопластика протяженных поражений КА часто приводила к развитию осложнений (диссекции и острой окклюзии КА). Острая окклюзия наблюдалась в 9–14% случаев у пациентов с поражением КА длиной > 10 мм против 1–6% у пациентов со стенозом протяженностью < 10 мм [8]. В свою очередь, другие исследования, проводившиеся в тоже время, прямой корреляции между протяженностью поражения КА и частотой развития острых осложнений не выявили [13]. Неоднозначность результатов научных работ, вероятно, обусловлена особенностями рандомизации пациентов. Не приводятся документированные различия клинических параметров пациентов, морфологических критериев поражения КА, а также отсутствует информация о выборе длины баллонных катетеров или других устройств [15]. Н. James с соавт. в 1990 году опубликовали результаты исследования, где оценивались непосредственные и отдаленные результаты ТБКА у пациентов с многососудистым поражением коронарного русла. Было установлено, что частота непосредственного успеха составляла 96%, а острые осложнения, включающие ОИМ, экстренное АКШ и смерть — 2,9%. Таким образом, коронарная ангиопластика была безопасной и эффективной при лечении пациентов с многососудистым поражением КА [32].

Известно, что протяженность поражения КА является независимым предиктором развития рестеноза в отдаленном периоде наблюдения после эндоваскулярного вмешательства [29]. В ходе небольшого количества клинических исследований, посвященных вышеупомянутой проблеме, ученые продолжили разработку и изучение технологий с применением длинных баллонных катетеров (30–40 мм). По данным V. Savas с соавт. (1992), при проведении баллонной ангиопластики КА с использованием длинных баллонных катетеров (> 20 мм) частота возникновения острых осложнений (диссекции, острой окклюзии КА) наблюдалась значительно реже по сравнению с группой пациентов, у которых при эндоваскуляр-

ном лечении применялись баллонные катетеры стандартной длины (10–20 мм). Это обусловлено равномерным распределением давления баллона по всему пораженному сегменту, а также в граничащих с ним участках без значимого поражения, за счет чего снижается риск диссекции интимы. В тех случаях, когда при коронароангиографии (КАГ) отмечалось значительное и резкое изменение калибра КА, некоторые авторы предложили использовать так называемые конусовидные баллонные катетеры, основное преимущество которых заключалось в уменьшении частоты возникновения острых осложнений вследствие постепенного изменения диаметра баллона (на 0,5 мм) к его длине (каждые 25 мм). Однако, несмотря на положительные непосредственные результаты ТБКА, использование длинных баллонов в рутинной практике для лечения пациентов с протяженным поражением КА не увенчалось успехом в связи с высокой частотой развития рестеноза (50–55%) в отдаленном периоде наблюдения [33]. Множество научных работ посвящено вопросам патогенеза, лечения и профилактики рестеноза КА [34]. Главными причинами рестенозирования являются гиперплазия интимального слоя, эластическое ремоделирование КА и пристеночное тромбообразование, приводящие дилатированный участок артерии к патологическому ремоделированию. Вследствие баллонной ангиопластики КА просвет сосуда увеличивается, вместе с тем происходит уменьшение скорости кровотока в данном участке КА, что, в свою очередь, запускает процесс констриктивного ремоделирования, приводящий к уменьшению диаметра сосуда, которое вместе с неинтимальным ростом восстанавливает напряжение сдвига и скорость кровотока. Экспериментальные исследования доказали, что основная роль в развитии структурных изменений стенки сосуда принадлежит гиперплазии неинтимы из-за избыточной пролиферации гладкомышечных клеток [35]. В крупном рандомизированном исследовании M-HEART впервые была выявлена положительная корреляционная связь между протяженностью поражения коронарного русла и развитием рестеноза в дилатированном участке КА [36]. В 1990-х годах продолжались активные поиски новых методик эндоваскулярного лечения с целью уменьшения частоты развития рестеноза. Однако, несмотря на активное внедрение различных новых интервенционных технологий (использование ротационной атерэктомии, режущего баллона, лазерной ангиопластики), обнадеживающих результатов достичь не удалось [11].

Использование баллонов с лекарственным покрытием (БЛП) при эндоваскулярном лечении диффузных поражений КА

Несмотря на значительные успехи эндоваскулярного лечения с использованием стентов, проблема рестенозирования оставалась актуальной. Поиск решения данной проблемы привел к использованию баллонов с лекарственным покрытием для локального высвобождения антипролиферативного препарата.

В 2006 году B. Scheller с соавт. опубликовали результаты рандомизированного многоцентрового исследования, где оценивались эффективность и безопасность лечения внутривенных рестенозов КА с помощью паклитаксел-покрытых баллонов и баллонов без лекарственного покрытия. В исследование было включено 52 пациента с рестенозом в стенке более 70% (без существенных различий в исходных ангиографических показателях), из которых у 26 пациентов (50%), входивших в 1-ю группу, при эндоваскулярном лечении были использованы баллоны, покрытые паклитакселом, у второй группы пациентов (n = 26, 50%) использовались баллоны без ле-

карстенного покрытия. Наблюдение за пациентами проводилось в течение 6 и 12 месяцев после ЧКВ. Первичной конечной точкой была степень поздней потери диаметра целевого сегмента КА, вторичная конечная точка включала бинарный рестеноз и ГНСС в отдаленном периоде после ЧКВ. При контрольной КАГ через 6 месяцев степень поздней потери диаметра целевого сегмента КА во 2-й группе составила $0,74 \pm 0,86$ мм, против $0,03 \pm 0,48$ мм 1-й группы ($p = 0,002$). В общей сложности 10 из 23 пациентов (43%) 2-й группы имели бинарный рестеноз, а в группе пациентов, пролеченных с помощью баллонов с лекарственным покрытием, бинарный рестеноз имел 1 из 22 пациентов (5%) ($p = 0,002$). Через 12 месяцев частота ГНСС составила 31% ($n = 7$) в 2-й группе и 4% ($n = 1$) в 1-й группе ($p = 0,01$). Таким образом, результаты данного исследования показали, что лечение внутривенного рестеноза баллонными катетерами, покрытыми паклитаксолом, значительно снизило частоту повторного рестеноза, а также частоту возникновения ГНСС и повторной реваскуляризации целевого сегмента КА [37].

В 2018 году V.J. Raban с соавт. опубликовали результаты рандомизированного многоцентрового исследования, в котором оценивались безопасность и эффективность применения баллонов с лекарственным покрытием паклитаксел в сравнении с применением стента с лекарственным покрытием (СЛП) (с покрытием эверолимус или паклитаксел) при лечении пациентов с атеросклеротическим поражением КА малого диаметра (от 2 до 3 мм). В период с 10 апреля 2012 года по 1 февраля 2017 года 382 пациента были рандомизированы в группу пациентов, пролеченных с помощью БЛП, и 376 — в группу пациентов, пролеченных СЛП. Комбинированная конечная точка ГНСС включала сердечную смерть, нефатальный ИМ и реваскуляризацию целевой КА. ГНСС были сопоставимы в обеих группах при 12-месячном наблюдении и составили 7,5% в группе пациентов, пролеченных БЛП, и 7,3% в группе пролеченных с помощью СЛП. Таким образом, результаты данного исследования продемонстрировали высокую безопасность и эффективность применения БЛП у пациентов, страдающих ИБС с поражением КА малого диаметра, с сопоставимыми результатами лечения с применением СЛП [38].

Ch. Costopoulos с соавт. в 2013 году опубликовали результаты исследования, где сравнили эффективность и безопасность БЛП и СЛП II поколения при лечении пациентов с протяженным поражением КА de novo. В исследование были включены 162 пациента с протяженным поражением КА, которым проводилось ЧКВ в период с июня 2009-го по октябрь 2012 года. Больные были распределены на 2 группы: в 1-ю группу было включено 69 пациентов (93 поражения), которые были пролечены с помощью БЛП или в комбинации БЛП со СЛП, в 2-ю группу было включено 93 пациента (93 поражения), которые были пролечены только с помощью СЛП. В исследование не включались пациенты с рестенозом в стенке и с атеросклеротическим поражением КА протяженностью менее 25 мм. Тактика эндоваскулярного лечения, использование внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ) и введение ингибиторов рецепторов гликопротеина IIb/IIIa во время процедуры были оставлены на усмотрение оператора. Первичная конечная точка включала в себя ГНСС (смертность от всех причин и ИМ, в том числе интраоперационный) и реваскуляризацию целевого сосуда. Продолжительность наблюдения составила 13,4–31,5 месяца (медиана — 26,1 месяца). В 1-й группе пациентов имплантация стента потребовалась в 7,4% случаев в связи с неоптимальным результатом баллонной ангиопластики. Для лечения протяженного

поражения ($67,7 \pm 13,4$ мм) в 36,6% случаев (34 поражения) применялся гибридный подход, включающий комбинацию БЛП и СЛП, в остальных случаях при эндоваскулярном лечении использовался только БЛП. Показатели ГНСС и реваскуляризации целевого сосуда при двухлетнем наблюдении между 1-й и 2-й группами существенно не отличались ($20,8 \pm 6,1\%$ против $22,7 \pm 4,5\%$, $p = 0,74$ и $14,8 \pm 5,7\%$ против $11,5 \pm 3,4\%$, $p = 0,44$ соответственно). Тромбоз стента не наблюдался ни в одной из групп [39].

Таким образом, данные исследований показывают, что использование БЛП может быть перспективной альтернативой стентированию в случаях рестенозирования стентов (голометаллические стенты (ГМС) или СЛП), а также при эндоваскулярном лечении пациентов с протяженным поражением КА de novo, как изолированно, так и в комбинации с имплантацией СЛП. Однако данных по применению БЛП при протяженных поражениях КА недостаточно, поэтому необходимо дальнейшее изучение и проведение крупных клинических исследований этой перспективной технологии.

Использование стентов в лечении протяженных поражений КА

Появление ГМС ознаменовало начало новой эры в развитии эндоваскулярной кардиологии. Имплантация ГМС позволила значительно снизить частоту рестеноза КА за счет устранения отрицательного ремоделирования стенки сосуда. Первые данные рандомизированных исследований STRESS и BENESTENT, где сравнивались результаты стентирования и баллонной ангиопластики у пациентов с локальными поражениями КА, показали большую эффективность применения ГМС. В отдаленном периоде наблюдения частота рестеноза в группе стентирования составила 31%, а в группе баллонной ангиопластики — 42,1% ($p = 0,046$) [40]. В многоцентровом рандомизированном исследовании ADVANCE были получены результаты, сопоставимые с предыдущими исследованиями. В данной работе велось наблюдение за 437 пациентами с одностосудистым протяженным (от 20 до 50 мм) поражением КА. Общая когорта пациентов была рандомизирована на две группы: в первую группу вошли пациенты, которым выполнялась только баллонная ангиопластика ($n = 288,66\%$), во вторую группу были включены пациенты с дополнительной имплантацией ГМС в связи с неудовлетворительным результатом непосредственно после ТБКА ($n = 149,34\%$). По истечении 9-месячного периода наблюдения частота возникновения ГНСС статистически значимо не различалась, однако в группе пациентов, которым выполнялось дополнительное стентирование, было отмечено снижение частоты рестеноза (27% против 42%, $p = 0,022$) [41].

Тем не менее результаты использования голометаллических стентов в лечении протяженных и диффузных поражений КА не показали столь обнадеживающих результатов. Y. Kobayashi с соавт. в своей работе отметили, что увеличение протяженности стентированного сегмента КА сопряжено со снижением клинической эффективности эндоваскулярного вмешательства, а также увеличением частоты возникновения рестеноза в отдаленном периоде наблюдения ($5,4 \pm 1,9$ месяца). Суммарно в данное исследование было включено 725 пациентов, которым выполнялось эндоваскулярное лечение с применением ГМС за период с 1995 по 1996 год. Пациенты были распределены на три группы в зависимости от длины стентированного участка КА: в 1-ю группу вошли 656 пациентов с протяженностью стеноза < 20 мм, в 2-ю группу включили 278 пациентов, у которых

длина поражения КА составила от 20 до 35 мм, в 3-й группе были проанализированы данные 247 пациентов с поражениями КА > 35 мм. В ходе исследования было выявлено, что частота рестеноза в 3-й группе значительно превышала частоту рестеноза в группе 1 (47,2 и 23,9% соответственно, $p < 0,01$) [42]. Аналогичные результаты были получены в другом исследовании, опубликованном в 1999 году А. Kastrati с соавт., по данным которого исследователи выявили прямую корреляционную связь между протяженностью стенозированного участка КА и вероятностью развития рестеноза [43]. В данном исследовании пациенты были рандомизированы на 2 группы: в 1-ю группу вошли пациенты с протяженностью стеноза < 15 мм, 2-я группа включала пациентов со стенозом протяженностью > 15 мм. В 2-й группе односторонняя выживаемость (80%) и частота рестеноза (36,9%) были существенно выше по сравнению с 1-й группой (73,3 и 27,9% соответственно), $p < 0,001$. По данным многофакторного логистического регрессионного анализа, протяженность поражения коронарного русла, а также увеличение количества имплантируемых ГМС являлись независимыми предикторами рестеноза и главных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий в отдаленном периоде наблюдения. Таким образом, неудовлетворительные результаты имплантации «внахлест» двух и более стентов (overlapping) требовали поиска новых, более перспективных технологий лечения.

С целью снижения риска рестенозирования в области «перекрытия» краев стентов при имплантации «внахлест» А. Colombo с соавт. была предложена методика так называемого локального стентирования (spot stenting), при которой стент после баллонной ангиопластики имплантировался только в ту область, где степень резидуального стеноза был гемодинамически значима. С целью сравнения эффективности локального стентирования и последовательной имплантации стентов «внахлест» в данном исследовании проанализированы методы и результаты лечения 101 пациента с протяженными поражениями КА ($n = 130$). Важно отметить, что в случае использования методики локального стентирования оценка значимости резидуального стеноза после баллонной ангиопластики осуществлялась под контролем внутрисосудистой ультразвуковой визуализации. В течение 6-месячного периода наблюдения частота возникновения ГНСС и повторной реваскуляризации целевой артерии достоверно ниже встречались в группе, где применялось локальное стентирование по сравнению с группой контроля (22 и 19% против 38 и 34%, $p < 0,05$ соответственно). Таким образом, исследователи путем применения методики локального стентирования показали удовлетворительные результаты эндоваскулярного лечения, а также значительно снизили частоту рестеноза в отдаленном периоде [44].

Убедительные успехи в лечении пациентов рассматриваемой категории были достигнуты путем внедрения в практику эндоваскулярного лечения СЛП. В результате многочисленных исследований (C-SIRIUS, E-SIRIUS, SVET и DIRECT) было выявлено, что применение стентов, покрытых сиролимусом, у больных с пролонгированным поражением коронарного русла приводило к лучшим отдаленным результатам после стентирования по сравнению с имплантацией ГМС [45].

Результаты ряда рандомизированных исследований, посвященных использованию стентов I поколения с антипролиферативным покрытием сиролимус и паклитаксел при диффузных поражениях, показали статистически достоверное снижение частоты рестеноза КА в отдаленном периоде по сравнению с использованием ГМС [46, 47]. Несмотря на достигнутые успехи в лечении ИБС, использование

СЛП I поколения привело к возникновению поздних (от 30 дней до 1 года после ЧКВ) и очень поздних (более 1 года после ЧКВ) тромбозов стентированных сегментов КА. При описании подобных осложнений исследователи считают, что возникновение тромбоза КА возникает вследствие замедления процессов эндотелизации поверхности стента за счет воздействия антипролиферативного препарата. В рандомизированном исследовании LONG-DES III проводился сравнительный анализ применения стентов II поколения, покрытых эверолимусом, и сиролимус-покрытых стентов I поколения в лечении пролонгированных стенозов КА. При 9-месячном наблюдении частота бинарного рестеноза в группе пациентов с эверолимус-покрытыми стентами составила 7,3%, а в группе пациентов с имплантацией сиролимус-покрытых стентов — 2,7% ($p = 0,046$). В отдаленном периоде обе группы характеризовались низкими показателями неблагоприятных событий: в группе эверолимус-покрытых стентов показатель смертности (0,4%) и частота тромбоза стента (0,4%) достоверно не отличались по сравнению с группой сиролимус-покрытых стентов (0% в обеих группах), $p = 0,5$ [48]. В конечном итоге ЧКВ с использованием СЛП стало более обоснованным и взвешенным методом реваскуляризации, учитывающим показания к эндоваскулярному лечению, клинический статус пациента, а также морфологические особенности коронарного русла. В настоящее время в качестве лекарственного покрытия, препятствующего гиперпролиферации гладкомышечных клеток и разрастанию неоинтимы, используются препараты группы лимусов (миолимус, эверолимус, сиролимус, зотаролимус, биолимус А9, такролимус).

В июне 2019 года Е. Paszek с соавт. опубликовали результаты одноцентрового исследования, где ретроспективно оценивались отдаленные клинические исходы и предикторы развития осложнений при эндоваскулярном лечении пациентов с протяженным поражением коронарного русла (≥ 30 мм), с использованием стентов II поколения с лекарственным покрытием эверолимус и зотаролимус в рутинной клинической практике. В исследовании учитывались ЧКВ, проведенные в период с января 2013 года по январь 2016 года, с осмотром пациентов через 4–8 недель после ЧКВ, затем ежегодно. Наблюдение за пациентами осуществлялось до 11–13 февраля 2017 года. Продолжительность наблюдения составила 390–1373 (медиана — 831) дней. В исследование было включено 290 пациентов со стабильной ИБС или острым коронарным синдромом (в том числе ИМ с подъемом сегмента ST, ОИМ без подъема сегмента ST и нестабильная стенокардия). Пациенты с кардиогенным шоком были исключены. Для большинства протяженных поражений КА использовались два стента (217 ЧКВ, 74,8% случаев). Средняя протяженность стентированного участка составила 55,5 мм. ВСУЗИ/оптико-когерентная томография (ОКТ) использовались в 17,1% случаев, некомплаенсные баллоны — 88,9%. Стентирование «внахлест» использовалось в 83,1% случаев; бифуркационное поражение (боковая ветвь не менее 1,5 мм в диаметре) встречалось в 41,8%, техника «целующихся баллонов» использовалась в 22,0% процедур. Хронические протяженные окклюзии встречались в 20,0% случаев. Поражения с выраженным кальцинозом имели место в 45,2% случаев, при этом ротационная атерэктомия применялась в 6,9% случаев. Значительное число больных имело многососудистое поражение КА — 29,7%, в том числе 13,8% больных после операции АКШ. Индекс по шкале Syntax составлял от 2 до 44, с медианой 16.

Успех процедуры был достигнут в 96,2% случаев. Эмболизация дистальных отделов сосуда или окклюзия боковой ветви произошла в 6,2% случаев.

В течение периода наблюдения выявлено следующее: всего смертей — 34 (11,7%), у 21 пациента (6,9%) причина была сердечной. У 19 пациентов верифицировался ИМ (6,6%), в 12 случаях (4,1%) событие было связано с целевой артерией. Повторная реваскуляризация потребовалась 40 пациентам (13,8%), в том числе реваскуляризация целевого сосуда потребовалась в 6,2% случаев ($n = 18$). В 9 случаях (3,1%) было выявлено наличие тромбоза стента в целевой артерии, из них 3 тромбоза стента были острыми, 3 подострыми, 2 поздними и 1 очень поздним. В одном случае причиной подострого тромбоза стента являлось несоблюдение двойной антитромбоцитарной терапии. У пациентов, принимавших аспирин с тикагрелором (3,8%), тромбоза стентов не наблюдалось.

1-я конечная точка, включающая сердечную смерть, ИМ целевого сосуда, реваскуляризацию целевого сосуда, наблюдалась у 39 пациентов (13,4%), тогда как 2-я конечная точка, которая представляла собой совокупность смертности от всех причин, любого ИМ и любой повторной реваскуляризации, наблюдалась у 74 пациентов (25,5%).

Неблагоприятными факторами исхода были хроническая болезнь почек, острый коронарный синдром, хроническая сердечная недостаточность со сниженной фракцией выброса левого желудочка, многососудистое поражение и заболевание периферических артерий. Важно отметить, что ни протяженность стентированного сегмента, ни другие факторы, связанные с поражением КА, такие как бифуркация, кальциноз, хроническая окклюзия, не повлияли ни на одну из конечных точек. Также не было никаких различий в результатах лечения больных с протяженным поражением коронарного русла между эверолимус-покрытыми стентами и стентами, покрытыми зотаролимусом [49].

В октябре 2015 года Р. А. Lemos с соавт. опубликовали результаты исследования DESTINY Trial, где сравнивались клинические и ангиографические результаты эндоваскулярного лечения больных ИБС с использованием СЛП III поколения с биодеградируемым полимером, покрытых сиролимусом и биолимусом. В исследование было включено 170 пациентов (группа с использованием сиролимус-покрытых стентов составила 114 пациентов; группа с использованием биолимус-покрытых стентов составила 56 пациентов). В исследовании учитывались ЧКВ, проведенные в период с июня по декабрь 2013 года. Пациенты находились под наблюдением для оценки ГНСС, а также все пациенты были запланированы для КАГ через 9 месяцев или раньше (по клиническим показаниям). Через 9 месяцев 165 (97%) пациентам была проведена контрольная КАГ. Основная конечная точка (степень поздней потери диаметра КА) между двумя группами отличалась статистически незначимо и составила $0,20 \pm 0,29$ мм в группе пациентов, пролеченных сиролимус-покрытыми стентами, и $0,15 \pm 0,20$ мм в группе пациентов, пролеченных стентами, покрытыми биолимусом, медиана 0,12 и 0,09 мм соответственно. Также частота ГНСС (кардиальная смерть, ИМ, реваскуляризация целевой артерии) оставалась низкой для обеих групп, без существенных различий между ними: 6,3% в группе пациентов, пролеченных сиролимус-покрытыми стентами, и 9,4% в группе пациентов, пролеченных стентами, покрытыми биолимусом [50].

Технические особенности применения очень длинных стентов с лекарственным покрытием

На сегодняшний день ЧКВ с имплантацией стента является наиболее широко используемой стратегией лечения ИБС,

и последние поколения стентов с лекарственным покрытием обладают техническими характеристиками (более тонкая страта стента, улучшенный дизайн стента и ячейки, биоразлагаемый полимер), значительно улучшающими технический успех имплантации и клинические результаты по сравнению со стентами предыдущего поколения. Несмотря на это, ЧКВ при диффузных поражениях КА по-прежнему являются проблемой для интервенционных кардиологов, особенно при выраженном перепаде диаметра артерии (конусность) и большой протяженности поражения, требующего имплантации двух и более стентов.

Конусность артерии определяется как отношение разницы между проксимальной и дистальной площадью референсного просвета артерии к длине данного участка. Существует положительная и отрицательная конусность. Положительная конусность определяется как сужение просвета артерии на ее протяжении в дистальном направлении, отрицательная — расширение просвета [51].

В 2002 году М. Zubaid с соавт. опубликовали результаты исследования, где оценивалась величина конусовидного сужения интактных КА у 13 мужчин и 13 женщин путем оценки индекса сужения (отношения разницы между проксимальным и дистальным диаметром сегмента к диаметру проксимального сегмента артерий). Было установлено, что проксимальный и дистальный сегменты ПНА сужаются на 18,1 и 29,9% соответственно, в то время как проксимальный и дистальный сегменты ПКА сужаются на 9,1 и 7,8% соответственно как у мужчин, так и у женщин [52].

Стратегии, принятые для лечения протяженных поражений конусовидных КА, включают использование либо одного длинного, либо нескольких стентов. Имплантация одного длинного стента может быть затруднена выбором оптимального размера ввиду выраженной разницы в диаметре между проксимальным и дистальными участками целевого сегмента, так как при выборе размера стента по референсному диаметру проксимального сегмента существует риск диссекции и/или перфорации дистального сегмента артерии, а в случае выбора размера стента по референсному диаметру дистального сегмента существует риск неполного прилегания стента в проксимальной части. Стратегия имплантации двух и более стентов разного диаметра «внахлест» при протяженном поражении конусовидных КА также имеет свои недостатки. Во-первых, разрушение стента в области перекрытия в связи с ригидностью сосудистой стенки, что также повышает риск сужения боковой ветви. Во-вторых, развитие рестеноза из-за более выраженного воспалительного повреждения. В-третьих, задержка эндотелизации сосудистой стенки в связи с двойным слоем металла стентов и чрезмерным местным воздействием антипролиферативного лекарственного препарата в области стыка стентов «внахлест», что повышает риск очень поздних тромбозов и образования аневризм сосудов. Также удорожание стоимости лечения, повышенное воздействие радиации и контрастного препарата являются значимыми недостатками данной стратегии стентирования. Помимо нежелательных краткосрочных результатов имплантация стентов «внахлест» ассоциирована также с неблагоприятными долгосрочными клиническими событиями в виде увеличения показателей смертности и частоты развития ИМ [53].

В 2007 году Ю.Г. Матчин с соавт. опубликовали результаты исследования, в котором оценивались непосредственные и отдаленные

ленные результаты применения СЛП у больных с протяженными и диффузными поражениями КА. С 2003 по 2005 год проводилось лечение с использованием СЛП у 198 больных с протяженными стенозами КА, что составило 26% от общего количества пациентов, которым за это время проводилось ЧКВ. У 37 пациентов (19%) имелась хроническая окклюзия КА. Больные были распределены на 2 группы: в 1-ю группу вошли 136 пациентов с длиной поражения от 22 до 33 мм; во 2-ю ($n = 62$) — пациенты, у которых длина поражения была > 33 мм. В группу контроля включили 54 пациента с протяженностью поражения < 23 мм. Средняя протяженность стентированного участка составила $27,3 \pm 3,6$ мм в 1-й группе, $44,5 \pm 9,8$ мм во 2-й группе и в группе контроля — $14 \pm 3,6$ мм. Во 2-й группе непосредственный успех эндоваскулярного вмешательства был несколько ниже по сравнению с 1-й группой (87 и 91% соответственно). Во 2-й группе (со стенозами > 33 мм) у 2 пациентов (3,2%) в течение первых 2 часов после попытки реканализации протяженных хронических окклюзий передней нисходящей артерии развились гемоперикард и гемотампонада сердца, что потребовало экстренного хирургического вмешательства; один (1,6%) пациент после ЧКВ перенес мелкоочаговый ИМ. В 1-й группе два (1,4%) пациента после эндоваскулярного вмешательства перенесли мелкоочаговый ИМ. В группе контроля осложнений не наблюдалось. Через 8 месяцев после ЧКВ ангиографически доказанный рестеноз наблюдался у 6 (5%) пациентов в 1-й группе, у 4 (8%) пациентов во 2-й группе и у одного (2%) пациента в группе контроля, однако различия не были достоверными. Частота повторной реваскуляризации целевого сегмента составила 3,5 и 0% соответственно. Таким образом, эндоваскулярное лечение пациентов с протяженным и диффузным поражением КА с использованием СЛП было эффективным и безопасным. Общая частота развития периоперационных осложнений была выше при лечении пациентов со стенозами длиной > 33 мм по сравнению со стенозами длиной 23–33 мм (6,4 против 1,4%). Вероятность рестеноза и повторной реваскуляризации целевого сегмента через 8 месяцев невысокая [28].

На сегодняшний день современный инструментарий и применяемые методики позволяют избежать необходимости в имплантации нескольких стентов при протяженном поражении КА. Так, в 2018 году для эндоваскулярного лечения КА появились сообщения об использовании новых стентов длиной 40–60 мм, в том числе конусовидных [54, 51].

Первый опыт проведенных исследований с применением новых стентов длиной 40–60 мм положительный, тем не менее в имеющихся немногочисленных исследованиях не до конца изучены технические особенности процедуры, главной из которых является доставка очень длинного стента в целевой сегмент артерии, при которой потенциально могут возникнуть технические сложности при эндоваскулярном лечении пациентов со сложными формами поражений (стенозы типа В или С по классификации ACC/АНА) из-за большей ригидности стента вследствие его большей длины. Также не до конца освещены отдаленные результаты лечения и экономические аспекты. В то же время использование очень длинных стентов для лечения пациентов с пролонгированными стенозами КА потенциально может значительно снизить вышеупомянутые риски, связанные с имплантацией стентов «внахлест», а также сократить экономические затраты на проведение процедуры.

В январе 2018 года С.К. Тап с соавт. опубликовали результаты исследования, где ретроспективно оценивались безопасность использования очень длинных стентов Xience Xpedition (Abbott Vascular) с лекарственным покрытием эверолимус длиной 48 мм при лечении пациентов с диффузным поражением КА, а также непосредственные и отдаленные результаты в течение 12-месячного наблюдения. В исследование было включено 123 пациента. Во всех случаях поражение КА соответствовало типу С по классификации ACC/АНА в силу своей протяженности, а также в 15 поражениях КА (11,6%) наблюдалась значительная извитость и 46 поражений КА (35,7%) соответствовало умеренному и тяжелому кальцинозу. Непосредственный успех имплантации стентов был достигнут в 100% случаях. ГНСС отмечались в 0,8% случаев ($n = 1$), 1,6% случаев ($n = 2$) и 3,3% случаев ($n = 4$) при госпитальном, 30-дневном и 12-месячном наблюдении соответственно. Несмотря на сложную характеристику поражений КА, включающую наличие бифуркаций, выраженную извитость и кальциноз КА, ЧКВ проводилось очень быстро и безопасно, с высоким непосредственным успехом и низкой частотой неблагоприятных сердечно-сосудистых событий в течение 12-месячного наблюдения [54].

В 2018 году S.V. Patted с соавт. опубликовали результаты ретроспективного нерандомизированного многоцентрового исследования, в котором оценивались безопасность и эффективность применения конусовидных стентов третьего поколения Biomime Morph (Meril Life Sciences) с ультратонкими балками и биоразлагаемым полимером, на основе молочной кислоты, имеющих антипролиферативное покрытие — сиролимус (рапамицин), длиной 40–60 мм при лечении пациентов с диффузным поражением КА. Исследование включало в общей сложности 362 пациента с 625 поражениями КА, из которых 402 (64%) составляли протяженные поражения типа С по классификации ACC/АНА со средней длиной поражения $40,25 \pm 5,54$ мм. Наблюдение за пациентами проводилось в течение 6 и 12 месяцев после ЧКВ. Непосредственный успех процедуры и имплантации стента составил 99,7 и 100% соответственно. ГНСС были представлены в 1,1% случаев ($n = 4$) и 2% случаев ($n = 7$) при 6- и 12-месячном наблюдении соответственно, а также в 0,3% случаев ($n = 1$) — ИМ сразу после стентирования вследствие острого тромбоза стента из-за резистентности к клопидогрелю. Данное исследование продемонстрировало высокую эффективность и безопасность как непосредственных, так и отдаленных результатов эндоваскулярного лечения конусовидными стентами третьего поколения Biomime Morph [51].

Техники усиления поддержки направляющего катетера

Учитывая, что протяженное поражение коронарного русла довольно часто сочетается с другими факторами (выраженная извитость, изгибы и кальциноз), значительно затрудняющими проведение инструментария, выбор оптимального направляющего катетера, обеспечивающего устойчивую поддержку, является первоочередной задачей интервенционного кардиолога. Основные критерии выбора оптимального направляющего катетера зависят от анатомических особенностей строения (диаметр корня аорты, расположение устьев КА, устьевое поражение левой КА (ЛКА) или правой КА (ПКА)), оперативного доступа, а также от технических характеристик самого устройства.

Оптимальный направляющий катетер должен обеспечивать устойчивую платформу для проведения инструментария в целевой сегмент через извитые артериальные сегменты и морфологически сложные поражения, не увеличивая риск развития интраоперационных осложнений.

Усиление опоры (поддержки) направляющего катетера с помощью его глубокой интубации

Глубокая интубация КА направляющим катетером (проведение кончика направляющего катетера в проксимальный или средний сегмент КА) может улучшить поддержку, необходимую для доставки интервенционного инструментария. В 1998 году R. Von Sohsten с соавторами опубликовали результаты исследования, в котором оценивались безопасность и эффективность применения глубокой интубации коронарных артерий направляющим катетером 6F (Cordis Long Brite Tip guide) для его лучшей стабилизации при невозможности проведения баллона/стента в целевой сегмент КА стандартным способом. В исследование было включено 18 пациентов (17 мужчин, 1 женщина) с 20 поражениями КА для трансрадиальной ангиопластики и стентирования. Пациенты с ОИМ были исключены. Средний возраст составил 55 лет (от 34 лет до 81 года). Баллонная ангиопластика и стентирование ПКА было выполнено в 6 из 20 случаев (30%), огибающей артерии — в 6 из 20 случаев (30%), передней нисходящей артерии — в 4 случаях из 20 (20%), венозного трансплантата — в 3 случаях из 20 (15%) и интермедиарной артерии в одном случае (5%). 17 поражений КА были простентированы, и в трех случаях выполнена только баллонная ангиопластика. Процедурный успех (остаточный стеноз — менее 20%) был получен в 19 из 20 случаев. У двух пациентов вследствие глубокой интубации произошло снижение артериального давления и развилась ишемия миокарда, которые купировались сразу после извлечения катетера. Диссекции и другие интракоронарные осложнения не наблюдались [55]. Таким образом, глубокая интубация направляющим катетером при благоприятной анатомии и большом диаметре КА может быть безопасно использована для получения лучшей поддержки при невозможности выполнения эндоваскулярного лечения стандартным способом. Однако данная техника имеет и свои ограничения в связи с риском диссекции КА, невозможностью дистального проведения направляющего катетера, а также потенциальной возможностью заклинивания с последующим возникновением сложных нарушений ритма (особенно в извитых КА и артериях малого диаметра). Снизить риск возникновения осложнений возможно контролем кривой инвазивного внутриартериального давления и аккуратными манипуляциями инструментарием.

Техника дополнительного проводника buddy wire

При работе с нестабильным направляющим катетером можно выполнить его стабилизацию с помощью проведения дополнительного проводника. Проведение дополнительного проводника параллельно первому позволяет выпрямить изгибы артерии в случае ее выраженной извитости, изменяет поверхность контакта проводника и баллона/стента с артериальной стенкой, обеспечивает большую стабилизацию (опору) направляющего катетера для продвижения устройства. Эта техника создает лучшую опору и позволяет при необходимости подтягивать направляющий катетер назад в полуселективную позицию без потери позиции коронарных проводников в це-

левой артерии. Она также препятствует обратному, чрезмерно агрессивному продвижению кончика направляющего катетера в КА, которое может возникать при удалении высокопрофильных баллонных катетеров после имплантации стента или постдилатации. В 1996 году J.F. Saucedo с соавторами были описаны четыре случая, в которых первоначальное продвижение системы доставки стента Palmaz-Schatz было неудачным из-за выраженной извитости или ангуляции сосуда. Использование дополнительного жесткого проводника (0,018") обеспечило дополнительную поддержку направляющему катетеру и выпрямление сосуда, что позволило доставить и имплантировать стент в целевой сегмент артерии [56].

Стабилизация направляющего катетера с фиксацией баллоном — техника заякоривания

Проведение в ближайшую боковую ветвь среднего калибра баллонного катетера диаметром (1,5–2 мм) и его дилатация до 3–4 атм. фиксируют направляющий катетер и предотвращают его выталкивание назад при продвижении инструментария по сложным участкам КА (рис. 1).

А — без использования техники заякоривания



Б — с использованием техники заякоривания

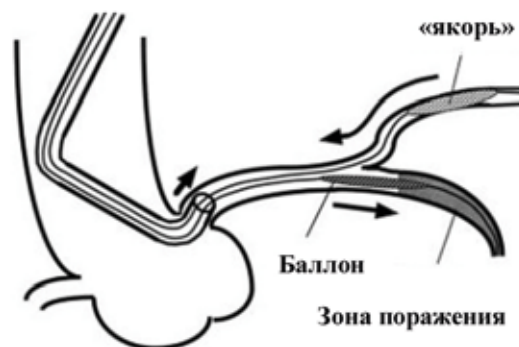


Рисунок 1. Стабилизация направляющего катетера с фиксацией баллоном — техника заякоривания в боковую ветвь

В период с мая 2001 года по июль 2002 года Sh. Fujita с соавт. было выполнено стентирование КА 17 пациентам (19 поражений). ЧКВ были выполнены с использованием метода якоря. Пяти пациентам данная методика проводилась в связи с компротацией боковой ветви стентом, четырем пациентам — в случае хронической окклюзии КА, двум — при хронической окклюзии КА и компротации боковой ветви стентом и шести пациентам — при сложном поражении КА. Все ЧКВ были

успешно проведены без каких-либо осложнений, таких как диссекция или перфорация КА [57].

Стабилизация направляющего катетера дополнительным катетером: система five-in-six, или mother and child

В 2004 году S. Takahashi с соавт. впервые была представлена новая революционная методика усиления поддержки направляющего катетера дополнительным направляющим катетером меньшего диаметра, названной системой five-in-six, или mother and child. В исследование были включены восемь пациентов с наличием хронической окклюзии КА, и у семи из них с помощью данной системы баллонный катетер (который не удавалось провести стандартным способом) был успешно проведен через окклюзированный участок с последующей имплантацией стента.

Направляющий катетер меньшего диаметра был введен в другой направляющий катетер с целью его усиления. Использовались прямой направляющий катетер Heartrail ST-01 диаметром 5 Fg длиной 120 см и стандартный 6Fg-направляющий катетер длиной 100 см. Наличие у 5Fg-катетера мягкой концевой части длиной 13 см позволило выполнить глубокую канюляцию катетера за счет легкого прохождения через извитые участки коронарных артерий с минимальной угрозой повреждения. В своей работе авторы подробно описали пошаговый алгоритм данной методики в случае невозможности прохождения поражения баллоном или стентом по стандартной 6Fg-системе [58]. В последующем данная техника эволюционировала с появлением новых инструментов (Guideliner, Abbott Vascular Guide Extension Catheter, Guidezilla, Boston Scientific), выполняющих те же функции, удлиняя катетер и являясь его продолжением, обеспечивая лучшую поддержку. В 2010 году A. Mamas с соавт. впервые была описана новая методика дистальной доставки стента с помощью катетера Guideliner. В исследование были включены 13 пациентов со сложными формами поражений КА (выраженная извитость, кальциноз или хроническая окклюзия), и у всех пациентов с помощью катетера Guideliner в целевой сегмент КА были успешно доставлены и имплантированы стенты, которые невозможно было доставить в стенозированный сегмент стандартным способом [59].

Особенности антитромбоцитарной терапии при лечении пациентов с протяженным поражением КА

На сегодняшний день нет единого мнения по выбору универсальной оптимальной схемы и длительности антитромбоцитарной терапии у пациентов с ИБС и протяженным поражением КА, которые подвергаются ЧКВ, однако имеющиеся данные свидетельствуют, что индивидуализированный подход, основанный на определении потенциальной вероятности ишемических и геморрагических осложнений, является наиболее оправданным, особенно у пациентов, нуждающихся в приеме оральных антикоагулянтов (ОАК), так как по сравнению с монотерапией ОАК дополнительное назначение двойной анти-

тромбоцитарной терапии к терапии ОАК приводит к двукратному (в некоторых случаях даже трехкратному) увеличению вероятности развития геморрагических осложнений. В связи с этим данных пациентов следует рассматривать как потенциально имеющих высокий риск кровотечений. В свою очередь, пациенты с протяженным поражением КА входят в группу высокого риска ишемических событий (табл. 2), что также может затруднить выбор антитромбоцитарных препаратов и длительность их применения.

Таблица 2. Критерии высокого риска ишемических событий

Предшествующий тромбоз стента в анамнезе (на фоне адекватной антитромботической терапии)

Стентирование единственной проходимой КА

Диффузное/протяженное многососудистое поражение, особенно у пациентов с СД

Хроническая болезнь почек (снижение клиренса креатинина менее 60 мл/мин)

Как минимум три имплантированных стента

Как минимум три пролеченные области поражения

Бифуркационное стентирование с использованием двух стентов

Общая длина стентированного сегмента > 60 мм

Лечение хронической тотальной окклюзии

ИМ с подъемом сегмента ST в анамнезе

Примечание. КА – коронарная артерия, СД – сахарный диабет, ИМ – инфаркт миокарда

Таким образом, схема антитромбоцитарной терапии при ЧКВ должна подбираться индивидуально для каждого пациента, основываясь на оценке ишемического и геморрагического рисков [60].

Заключение

В настоящее время протяженные поражения КА занимают особое место в интервенционной кардиологии ввиду высокой технической сложности вмешательства, часто требующей множественной имплантации стентов с перекрытием краев стентов «внахлест», что приводит к более высокому риску осложнений. В современных условиях эндоваскулярное лечение пациентов с протяженным поражением КА посредством имплантации очень длинных стентов может являться приоритетной альтернативой при диффузном атеросклерозе с точки зрения клинической эффективности и потенциальной экономической выгоды. Все технические приемы и методики должны взвешивать риск и пользу выполнения той или иной манипуляции, а также соответствовать требованиям безопасности. Для этого требуются дополнительные исследования.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Jim MH, Yiu KH, Ho HH, Chan WL, Ng AK, Siu CW, Chow WH. Angiographic and clinical outcomes of everolimus-eluting stent in the treatment of extra long stenoses (AEETES). *Journal of Interventional Cardiology*. 2013;26:22–28. <https://doi.org/10.1111/joic.12006>
2. Serruys PW, Chevalier B, Dudek D, Cequier A, Carrie D, Iniguez A, Dominici M, Schaaf R, Haude M, Wasungu L, Veldhof S, Peng L, Staehr P, Grundeken MJ, Ishibashi Y, Garcia-Garcia HM, Onuma Y. A bioresorbable everolimus-eluting scaffold versus a metallic everolimus-eluting stent for ischaemic heart disease caused by de-novo native coronary artery lesions (ABSORB II): an interim 1-year analysis of clinical and procedural secondary outcomes from a randomised controlled trial. *Lancet*. 2015;385:43–54. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(14\)61455-0](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(14)61455-0)
3. Ellis SG, Vandormael MG, Cowley MJ, DiSciascio G, Deligonul U, Topol EJ, Bulle TM. Multivessel Angioplasty Prognosis Study Group. Coronary morphologic and clinical determinants of procedural outcome with angioplasty for multivessel coronary disease. *Circulation*. 1990; 82:1193–202. <https://doi.org/10.1161/01.cir.82.4.1193>
4. Madhavan MV, Tarigopula M, Mintz GS, Maehara A, Stone GW, Genereux P. Coronary artery calcification: pathogenesis and prognostic implications. *Journal of the American College of Cardiology*. 2014;63:1703–1714. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.01.017>
5. Klein LW, Krone RJ. Angiographic characterization of lesion morphology. *Cardiac Interventions Today*. 2008:44–49.
6. Singh M, Rihal CS, Lennon RJ, Garratt KN, Holmes DR. Jr. Comparison of Mayo Clinic risk score and American College of Cardiology. American Heart Association Lesion Classification in the Prediction of Adverse Cardiovascular Outcome Following Percutaneous Coronary Interventions. *Journal of the American College of Cardiology*. 2004;44:357–61. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2004.03.059>
7. Ryan TJ, Faxon DP, Gunnar RM, Kennedy JW, King SB, Loop FD, Peterson KL, Reeves TJ, Williams DO, Winters WL. Guidelines for percutaneous transluminal coronary angioplasty. A report of the American College of Cardiology. American Heart Association Task Force on Assessment of Diagnostic and Therapeutic Cardiovascular Procedures. *Circulation*. 1988;78:486–502. <https://doi.org/10.1161/01.cir.78.2.486>
8. Raymenants E, Bhandari S, Stammen F, De Schreuder I, Desmet W, Piessens J. Effects of angioplasty balloon material and lesion characteristics on the incidence of coronary dissection in 2150 dilated lesions. *Journal of the American College of Cardiology*. 1993;21:291.
9. Tan K, Sulke N, Taub N, Sowton E. Clinical and lesion morphologic determinants of coronary angioplasty success and complications: Current experience. *Journal of the American College of Cardiology*. 1995;25:855–865. [https://doi.org/10.1016/0735-1097\(94\)00462-y](https://doi.org/10.1016/0735-1097(94)00462-y)
10. Myler RK, Shaw RE, Stertzer SH, Hecht HS, Ryan C, Rosenblum J, Cumberland DC, Murphy MC, Hansell HN, Hidalgo B. Lesion morphology and coronary angioplasty: Current experience and analysis. *Journal of the American College of Cardiology*. 1992;19:1641–1652. [https://doi.org/10.1016/0735-1097\(92\)90631-v](https://doi.org/10.1016/0735-1097(92)90631-v)
11. Appelman YE, Piek J, Strikwerda S, Tijssen JGP, Feyter PJ, David GK, Serruys PW, Margolis JR, Koelemay MJ, van Swijndregt MEWJ, Koolen JJ. Randomised trial of excimer laser angioplasty versus balloon angioplasty for treatment of obstructive coronary artery disease. *Lancet*. 1996;347:79–84. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(96\)90209-3](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(96)90209-3)
12. Meier B, Gruentzig A, Hollman J, Ischinger T, Bradford JM. Does length or eccentricity of coronary stenoses influence the outcome of transluminal dilatation? *Circulation*. 1983;67:497–499. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.67.3.497>
13. Savage MP, Coldberg S, Hirshfeld JW, Bass TA, MacDonald RG, Margolis JR, Taussig AS, Vetrovec G, Whitworth HB, Zaleski A. Clinical and angiographic determinants of primary coronary angioplasty success. M-HEART investigators. *Journal of the American College of Cardiology*. 1991;17:22–28. [https://doi.org/10.1016/0735-1097\(91\)90700-j](https://doi.org/10.1016/0735-1097(91)90700-j)
14. Hermans WR, Foley DP, Rensing BJ, Rutsch W, Heyndrickx GR, Danchin N, Mast G, Hanet C, Lablanche JM, Rafflenbeul W, Uebis R, Balcon R, de Feyte PJ, Serruys PW. Usefulness of quantitative and qualitative angiographic lesion morphology, and clinical characteristics in predicting major adverse cardiac events during and after native coronary balloon angioplasty. CARPORT and MERCATOR Study Groups. *The American Journal of Cardiology*. 1993;72:14–20. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(93\)90211-t](https://doi.org/10.1016/0002-9149(93)90211-t)
15. Huang Z, Chen HW, Katoh O, Nakamura S. Evaluation of long stent implantation in diffuse coronary lesions for octogenarians. *Journal of Geriatric Cardiology*. 2005;2(1):29–35.
16. Tomasello SD, Giubilato S, Rubartelli P, Marzocchi A, Gagnor A, Garbo R, Niccoli G, Tamburino C, Galassi AR. TCT-190 Percutaneous Coronary Intervention Versus Medical Therapy For Coronary Chronic Total Occlusion: Result From The Italian Registry Of Chronic Total Occlusion (IRCTO). *Journal of the American College of Cardiology*. 2014;64(11):190–221. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.07.231>
17. Galassi AR, Tomasello SD, Reifart N, Werner GS, Sianos G, Bonnier H, Sievert H, Ehlrad S, Bufe A, Shofer J, Gershlick A, Hildick-Smith D, Escaned J, Erglis A, Sheiban I, Thuesen L, Serra A, Christiansen E, Buettner A, Costanzo L, Barrano G, Di Mario C. In-hospital outcomes of percutaneous coronary intervention in patients with chronic total occlusion: insights from the ERCTO. (European Registry of Chronic Total Occlusion) registry. *Euro Intervention*. 2011;7(4):472–9. <https://doi.org/10.4244/eijv7i4a77>
18. Valenti R, Vergara R, Migliorini A, Parodi G, Carrabba N, Cerisano G, Dovellini EV, Antonucci D. Predictors of Reocclusion After Successful Drug-Eluting Stent–Supported Percutaneous Coronary Intervention of Chronic Total Occlusion. *Journal of the American College of Cardiology*. 2013;61(5):545–550. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.10.036>
19. Бокерия Л.А., Алексин Б.Г., Бузишвили Ю.И., Голухова Е.З., Никитина Т.Г., Стафиров А.В., Закарян Н.В., Леонтьев Д.А. Рентгеноэндоваскулярная хирургия в лечении больных ишемической болезнью сердца с морфологически неблагоприятными формами диффузного поражения венозного русла. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2008;4:30–36. [Bokeriya LA, Alekseyan BG, Buzhishvili YI, Goluhova EZ, Nikitina TG, Stafirov AV, Zakaryan NV, Leontev DA. Rentgenoendovaskulyarnaya hirurgiya v lechenii bolnih ishemicheskoi boleznyu serdca s morfologicheskimi neblagopriyatnimi formami diffuznogo porazheniya venechnogo rusla. Grudnaya i serdchno-sosudistaya hirurgiya. 2008;4:30–36. (In Russ.)]
20. Xu B, Gao RL, Zhang RY, Wang HC, Li ZQ, Yang YJ, Ma C, Han Y, Lansky AJ, Huo Y, Li W, Leonet MB. Efficacy and safety of FIREHAWK abluminal groove filled biodegradable polymer sirolimus-eluting stents for the treatment of long coronary lesions: nine-month angiographic and one-year clinical results from TARGET I trial long cohort. *Chinese Medical Journal*. 2013;126(6):1026–1032.
21. Carlo DM, Sansa M, Airoldi F, Sheiban I, Manari A, Petronio A, Piccaluga E, De Servi S, Ramondo A, Colusso S, Formosa A, Cernigliaro C, Colombo A, Nicoletta M, Bonardi MA. Single vs multivessel treatment during primary angioplasty: results of the multicenter randomized HEPACoat for cuLPrit or multivessel stenting for Acute Myocardial Infarction (HELP AMI) Study. *International Journal of Cardiovascular Interventions*. 2004;6(3–4):128–133. <https://doi.org/10.1080/14628840310030441>
22. Uddin SN, Malik F, Bari MA, Siddiqui NI, Khan GK, Rahman S, Sadequzaman M. Angiographic severity and extent of coronary artery disease in patients with type 2 diabetes mellitus. *Mymensingh Medical Journal*. 2005;14:32–7.
23. Shuhaiber JH, Evans AN, Massad MG, Geha AS. Mechanisms and future directions for prevention of vein graft failure in coronary bypass surgery. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery*. 2002;22:387–396. [https://doi.org/10.1016/s1010-7940\(02\)00253-1](https://doi.org/10.1016/s1010-7940(02)00253-1)
24. Mohr FW, Morice MC, Kappetein AP, Feldman TE, Stahle E, Colombo A. Coronary artery bypass graft surgery vs. 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):629–638. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(13\)60141-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(13)60141-5)
25. Safian RD, Freed MS. *The Manual of Interventional Cardiology*. B.: Jones & Bartlett Learning. 2001.
26. McNeil M, Buth K, Brydie A, MacLaren A, Baskett R. The impact of diffuseness of coronary artery disease on the outcomes of patients undergoing primary and reoperative coronary artery bypass grafting. *The European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2007;31(5):827–833. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2006.12.033>
27. Wilensky RL, Selzer F, Johnston J, Laskey WK, Klugherz BD, Block P, Cohen H, Detre K, Williamset D. Relation of percutaneous coronary intervention of complex lesions to clinical outcomes (from the NHLBI Dynamic Registry). *The American Journal of Cardiology*. 2002;90:216–221. [https://doi.org/10.1016/s0002-9149\(02\)02457-8](https://doi.org/10.1016/s0002-9149(02)02457-8)
28. Матчин Ю.Г., Лякишев А.А., Миронова И.Ю., Савченко А.П., Беленков Ю.Н. Опыт применения стентов с лекарственным покрытием у больных с протяженными и диффузными поражениями коронарных артерий. Кардиология. 2007;9:41–46. [Matchin YG, Lyakishev AA, Mironova IY, Savchenko AP, Belenkov YN. Opyt primeneniya stentov s lekarstvennim pokrytiem u bolnih s protyazhennymi i diffuznymi porazheniyami koronarnih arterii. Kardiologiya. 2007;9:41–46. (In Russ.)]
29. Chun PO, Hwan SH. Diffuse Long Coronary Artery Disease is Still an Obstacle for Percutaneous Coronary Intervention in the Second-Generation Drug-Eluting Stent Era? *Korean Circulation Journal*. 2019;49(8):721–723. <https://doi.org/10.4070/kcj.2019.0150>

30. Атанесян Р.В., Матчин Ю.Г., Шамрина Н.С., Балахонова Т.В. Опыт применения локтевой артерии в качестве оперативного доступа для проведения интервенционных вмешательств на коронарных артериях. Кардиологический вестник. 2015;10(2):22–29. [Atanesyan RV, Matchin YG, Shamrina NS, Balahonova TV. Opit primeneniya loktevoi arterii v kachestve operativnogo dostupa dlya provedeniya intervencionnih vmeshatelstv na koronarnih arteriyah. *Kardiologicheskii vestnik*. 2015;10(2):22–29. (In Russ.)].
31. Атанесян Р.В., Шамрина Н.С., Данилушкин Ю.В., Матчин Ю.Г. Повторное использование локтевого доступа для проведения интервенционных вмешательств на коронарных артериях. Международный журнал интервенционной кардиоангиологии. 2013;35:21. [Atanesyan RV, Shamrina NS, Danilushkin YV, Matchin YG. Povtornoie ispolzovanie lokteвого dostupa dlya provedeniya intervencionnih vmeshatelstv na koronarnih arteriyah. *Mejdunarodnii jurnal intervencionnoi kardioangiologii*. 2013;35:21. (In Russ.)].
32. O'Keefe JHJR, Rutherford BD, McConahay DR, Johnson WLJR, Giorgi LV, Ligon RW, Shimshak TM, Hartzleret GO. Multivessel coronary angioplasty from 1980 to 1989: Procedural results and long-term outcome. *Journal of the American College of Cardiology*. 1990;16(5):1097–1102. [https://doi.org/10.1016/0735-1097\(90\)90538-z](https://doi.org/10.1016/0735-1097(90)90538-z)
33. Tenaglia AN, Zidar JP, Jackman JD Jr, Fortin DF, Krucoff MW, Tchong JE, Phillips HR, Stack RS. Treatment of long coronary artery narrowings with long angioplasty balloon catheters. *American Journal of Cardiology*. 1993;71:1274–7. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(93\)90539-o](https://doi.org/10.1016/0002-9149(93)90539-o)
34. Komatsu R, Ueda M, Naruko T, Kojima A, Becker AE. Neointimal tissue response at sites of coronary stenting in humans: macroscopic, histological, and immunohistochemical analyses. *Circulation*. 1998;98:224–233. <https://doi.org/10.1161/01.cir.98.3.224>
35. Schwartz RS. Pathophysiology of restenosis: interaction of thrombosis, hyperplasia, and/or remodeling. *American Journal of Cardiology*. 1998;81(7A):14E–17E. [https://doi.org/10.1016/s0002-9149\(98\)00191-x](https://doi.org/10.1016/s0002-9149(98)00191-x)
36. Hirshfeld JW Jr, Schwartz JS, Jugo R, MacDonald RG, Goldberg S, Savage MP, Bass TA, Vetrovec G, Cowley M, Taussig AS. Restenosis after coronary angioplasty: A multivariate statistical model to relate lesion and procedure variables to restenosis. *Journal of the American College of Cardiology*. 1991;18:647–656. [https://doi.org/10.1016/0735-1097\(91\)90783-6](https://doi.org/10.1016/0735-1097(91)90783-6)
37. Scheller B, Hehrlein C, Bocksch W, Rutsch W, Haghi D, Dietz U, Bohm M, Speck U. Treatment of coronary in-stent restenosis with a paclitaxel-coated balloon catheter. *The New England Journal of Medicine*. 2006;355(20):2113–2124. <https://doi.org/10.1056/nejmoa061254>
38. Jeger RV, Farah A, Ohlow MA, Mangner N, Mobius-Winkler S, Leibundgut G, Weilenmann D, Wöhrle F, Richter S, Schreiber M, Mahfoud F, Linke A, Stephan F, Mueller C, Rickenbacher P, Coslovsky M, Gilgen N, Osswald S, Kaiser C, Scheller B. Drug-coated balloons for small coronary artery disease (BASKET-SMALL 2): an open-label randomised non-inferiority trial. *Lancet*. 2018;392(10150):849–856. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(18\)31719-7](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(18)31719-7)
39. Costopoulos C, Latib A, Naganuma T, Sticchi A, Figini F, Basavarajiah S, Carlino M, Chieffo A, Montorfano M, Naim C, Kawaguchi M, Giannini F, Colombo A. The Role of Drug-Eluting Balloons Alone or in Combination With Drug-Eluting Stents in the Treatment of De Novo Diffuse Coronary Disease. *Journal of the American College of Cardiology*. 2013;6(11):1153–1159. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2013.07.005>
40. Sawada Y, Nokasa H, Kimura T, Nobuyoshi M. Initial and six-month outcome of Ralmaz-Schatz stent implantation: STRESS/BENESTENT equivalent versus nonequivalent lesions. *Journal of the American College of Cardiology*. 1996;27:A:252A. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(96\)81890-0](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(96)81890-0)
41. Serruys PW, Foley DP, Sutorp MJ, Rensing BJ, Suryapranata H, Materne P, Bos A, Benit E, Anzuini A, Rutsch W, Legrand V, Dawkins K, Coughan M, Bressers M, Backx B, Wijns W, Colombo A. A randomized comparison of the value of additional Stenting after optimal balloon angioplasty for long coronary lesions: final results of the additional value of NIR stents for treatment of long coronary lesions (ADVANCE) study. *Journal of the American College of Cardiology*. 2002;39:393–399. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(01\)017600](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(01)017600)
42. Kobayashi Y, De Gregorio J, Kobayashi N, Akiyama T, Reimers B, Finci L, Di Mario C, Colombo A. Stented segment length as an independent predictor of restenosis. *Journal of the American College of Cardiology*. 1999;34:651–659. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(99\)00303-4](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(99)00303-4)
43. Kastrati A, Elezi S, Dirschinger J, Hadamitzky M, Neumann FJ, Schomig A. Influence of lesion length on restenosis after coronary stent placement. *The American Journal of Cardiology*. 1999;83:1617–1622. [https://doi.org/10.1016/s0002-9149\(99\)00165-4](https://doi.org/10.1016/s0002-9149(99)00165-4)
44. Colombo A, De Gregorio J, Moussa I, Kobayashi Y, Karvouni E, Di Mario C, Albiero R, Finci L, Moses J. Intravascular ultrasound-guided percutaneous transluminal coronary angioplasty with provisional spot stenting for treatment of long coronary lesions. *Journal of the American College of Cardiology*. 2001;38:1427–1433. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(01\)01557-1](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(01)01557-1)
45. Kereiakes DJ, Wang H, Popma JJ, Kuntz RE, Donohoe DJ, Schofer J, Schampert E, Meier B, Leon MB, Moses JW. Periprocedural and late consequences of overlapping cypher sirolimus-eluting stents, pooled analysis of five clinical trials. *Journal of the American College of Cardiology*. 2006;48(1):21–31. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2006.02.058>
46. Roy P, Okabe T, Pinto Slottow TL, Steinberg DH, Smith K, Torguson R, Xue Z, Gevorkian N, Satler LF, Kent KM, Suddath WO, Pichard AD, Waksman R. Correlates of clinical restenosis following intracoronary implantation of drug-eluting stents. *The American Journal of Cardiology*. 2007;100:965–969. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2007.04.036>
47. Hermiller JB, Raizner A, Cannon L, Gurbel PA, Kutcher MA, Wong SC, Russell ME, Ellis SG, Mehran R, Stone GW. Outcomes with the polymer-based paclitaxel-eluting TAXUS stent in patients with diabetes mellitus: the TAXUS-IV trial. *Journal of the American College of Cardiology*. 2005;45:1172–1179. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2004.10.075>
48. Park D, Kim Y, Song H, Ahn J, Kim W, Lee J, Kang S, Lee S, Lee CW, Park S, Yun S, Seung K, Yang T, Lee S, Lee J, Seong I, Cheong S, Lee B, Lee N, Lee S, Lee S, Lee K, Kim H, Jeon D, Kim M, Nah D, Tahk S, Park S. Comparison of Everolimus- and Sirolimus-Eluting Stents in Patients With Long Coronary Artery Lesions A Randomized LONG-DES-III (Percutaneous Treatment of LONG Native Coronary Lesions With Drug-Eluting Stent-III) Trial. *JACC: Cardiovascular Interventions*. 2011;4(10):1096–103. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2011.05.024>
49. Paszek E, Zajdel W, Musialek P, Sokolowski A, Guzik B, Kablak-Ziemicka A, Niewiara L, Pankowska M, Mielimonka A, Zmudka K. Percutaneous management of long and diffused coronary lesions using newer generation drug-eluting stents in routine clinical practice: long-term outcomes and complication predictors. *Polish Archives of Internal Medicine*. 2019;129(6):392–398. <https://doi.org/10.20452/pamw.14864>
50. Lemos PA, Abizaid AA, Meireles GC, Sarmento-Leite R, Prudente M, Cantarelli M, Dourado AD, Mariani Jr, Perin MA, Costantini C, Costa RA, Costa JR, Chamie D, Campos CA, Ribeiro E. Metallic Limus-Eluting Stents Abuminally Coated with Biodegradable Polymers: Angiographic and Clinical Comparison of a Novel Ultra-Thin Sirolimus Stent Versus Biolimus Stent in the DESTINY Randomized Trial. *Cardiovascular Therapeutics*. 2015; 33(6):367–71. <https://doi.org/10.1111/1755-5922.12159>
51. Patted SV, Jain RK, Jiwani PA, Suryavanshi S, Raghu TR, Raveesh H, Rajalakshmi S, Thakkar AS, Turiya PK, Desai PJ, Patted AS, Sharma KH. Clinical Outcomes of Novel Long-Tapered Sirolimus-Eluting Coronary Stent System in Real-World Patients With Long Diffused De Novo Coronary Lesions. *Cardiology Research*. 2018;9(6):350–357. <https://doi.org/10.14740/cr795>
52. Zubaid M, Buller C, Mancini GBJ. Normal angiographic tapering of the coronary arteries. *Canadian journal of cardiology*. 2002;18(9):973–980.
53. Raber L, Juni P, Loffel L, Wandel S, Cook S, Wenaweser P, Togni M, Vogel R, Seiler C, Eberli F, Luscher T, Meier B, Windecker S. Impact of stent overlap on angiographic and long-term clinical outcome in patients undergoing drug-eluting stent implantation. *Journal of the American College of Cardiology*. 2010;55(12):1178–1188. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2009.11.052>
54. Tan CK, Tin ZL, Arshad MKM, Loh JKK, Jafari FH, Ho HH, Ong PJL, Watson T. Treatment with 48-mm everolimus-eluting stents: Procedural safety and 12-month patient outcome. *Herz*. 2018;44(5):419–424. <https://doi.org/10.1007/s00059-017-4670-2>
55. Von Sohsten R, Oz R, Marone G, McCormick DJ. Deep intubation of 6 French guiding catheters for transradial coronary interventions. *Journal of Invasive Cardiology*. 1998;10:198–202.
56. Saucedo JF, Muller DWM, Moscucci M. Facilitated Advancement of the Palmaz-Schatz Stent Delivery System With the Use of an Adjacent 0.018 Stiff Wire. *Catheterization and Cardiovascular Diagnosis*. 1996;39:106–110.
57. Fujita S, Tamai H, Kyo E, Kosuga K, Hata T, Okada M, Nakamura T, Tsuji T, Takeda S, Hu FB, Masunaga N, Motohara S, Uehata H. New Technique for Superior Guiding Catheter Support During Advancement of a Balloon in Coronary Angioplasty: The Anchor Technique. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. 2003;59:482–488. <https://doi.org/10.1002/ccd.10551>
58. Takahashi S, Saito S, Tanaka S, Miyashita Y, Shiono T, Arai F, Domae H, Satake S, Itoh T. New method to increase a backup support of a 6 French guiding coronary catheter. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. 2004;63:452–456. <https://doi.org/10.1002/ccd.20223>
59. Mamas A, Mamas, Fath-Ordoubadi F, Fraser DG. Distal Stent Delivery With Guideliner Catheter: First in Man Experience. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. 2010;76:102–111. <https://doi.org/10.1002/ccd.22458>
60. Neumann F, Sousa-Uva M, Ahlsson A, Alfonso F, Banning AP, Benedetto U, Byrne RA, Collet J, Falk V, Head SJ, Juni P, Kastrati A, Koller A, Kristensen SD, Niebauer J, Richter DJ, Seferovic PM, Sibbing D, Stefanini GG, Windecker S, Yadav R, Zembala MO. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *European Heart Journal*. 2019;40:87–165. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz507>