

ЧРЕСКОЖНЫЕ КОРОНАРНЫЕ ВМЕШАТЕЛЬСТВА – СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА: ПРОФИЛАКТИКА ОСЛОЖНЕНИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

¹Дешко М. С., ^{1,2}Черняк А. А., ¹Снежицкий В. А., ^{1,2}Янушко А. В., ²Максимчик А. В.,
²Мадекина Г. А.

¹Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

²Гродненский областной клинический кардиологический центр, Гродно, Беларусь

Антиагрегантная терапия – обязательная составляющая профилактики сердечно-сосудистых осложнений у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС). Повреждение сосудистой стенки при выполнении чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) сопровождается значительной активацией тромбоцитов и неизбежно повышает риск тромбообразования в зоне стентирования, особенно до завершения эндотелизации, как в случае реваскуляризации у пациентов с острыми коронарными синдромами, так и с хроническими формами ИБС. Эффективное предупреждение ишемических осложнений после ЧКВ диктует необходимость двойной антитромбоцитарной терапии, в том числе в комбинации с антикоагулянтной терапией. Длительность комбинированной терапии определяется клинической ситуацией, соотношением риска ишемических и геморрагических событий, оценка которых – неотъемлемая часть лечебно-диагностического процесса. Технологическое совершенствование коронарных интервенций направлено на точную оценку атеросклеротического поражения коронарных артерий и необходимость реваскуляризации, минимизацию повреждения сосудистой стенки, ускорение эндотелизации, сокращение длительности антитромботической терапии без потери долговременной эффективности реваскуляризации и повышения риска тромбоза стента. В представленном обзоре обсуждаются профилактика осложнений после ЧКВ с фокусом на антитромботическую терапию, а также перспективные технологии ЧКВ.

Ключевые слова: атеросклероз, чрескожное коронарное вмешательство, тромбоз стента, антиагрегантная терапия, антикоагулянтная терапия, фибрилляция предсердий, баллоны с лекарственным покрытием, микро-РНК, эпигенетический стент, эндотелиальные прогениторные клетки, фракционный резерв кровотока, компьютерная томография.

Для цитирования: Чрескожные коронарные вмешательства – современное состояние вопроса: профилактика осложнений и перспективы развития / М. С. Дешко, А. А. Черняк, В. А. Снежицкий, А. В. Янушко, А. В. Максимчик, Г. А. Мадекина // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2020. Т. 18, № 6. С. 655-663. <http://dx.doi.org/10.25298/2221-8785-2020-18-6-655-663>.

Введение

Антиагрегантная терапия снижает риск сердечно-сосудистых осложнений, в частности инфаркта миокарда (ИМ), у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС). При хроническом стабильном течении ИБС монотерапия аспирином достаточно эффективна. Повреждение сосудистой стенки при выполнении чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) сопровождается значительной активацией тромбоцитов и неизбежно повышает риск тромбообразования в зоне стентирования, особенно до завершения эндотелизации, как в случае реваскуляризации у пациентов с острыми коронарными синдромами, так и хроническими формами ИБС. Для предупреждения ишемических осложнений, в первую очередь тромбоза стента (ТС), требуется комбинация двух антитромбоцитарных лекарственных средств, иногда в сочетании с антикоагулянтной терапией [1].

Антиагрегантная терапия после ЧКВ

После планового ЧКВ со стентированием двойная антиагрегантная терапия, состоящая из ингибитора пуриновых рецепторов тромбоцитов P₂Y₁₂ клопидогреля, который блокирует связывание с аденозиндифосфатом, в дополнение к аспирину, обычно рекомендуется в течение 6

месяцев, независимо от типа имплантированного стента, после первичного ЧКВ у пациентов с острыми коронарными синдромами (ОКС) – 12 месяцев [1]. Рекомендуются при ОКС ингибиторы P₂Y₁₂ тикагрелол и прасугрел в Беларуси недоступны.

В определенных клинических сценариях, в частности, в случае высокого риска кровотечения у пациента, следует рассматривать возможность сокращения стандартной продолжительности двойной антиагрегантной терапии до 3 месяцев при плановых вмешательствах, 6 месяцев – при ОКС [38]. Если прием антиагрегантов даже в течение 3 месяцев вызывает сомнения в безопасности терапии, последняя может быть сокращена до 1 месяца. Риск кровотечения оценивают по шкале PRECISE-DAPT (<http://www.precisedaptscore.com/predapt/webcalculator.html>), которая включает следующие факторы: гемоглобин, уровень лейкоцитов, возраст, клиренс креатинина, анамнез кровотечения. Высокий риск определяется при количестве баллов ≥ 25 .

Наоборот, у пациентов с более высоким риском ишемических событий при условии низкого риска геморрагических осложнений прием двух антиагрегантов может быть продолжен от 6 до 30 месяцев после ЧКВ [1]. По истечении этого времени рекомендуется пожизненная ан-

тиагрегантная монотерапия, обычно аспирином [1]. Высокий риск ишемических событий определяется как количество баллов по шкале DAPT ≥ 2 . Шкала включает возраст (старше 75 лет и диапазон 65-75 лет, отнимаются, соответственно, 2 и 1 балл; возраст младше 65 лет – 0 баллов); сахарный диабет, курение, острый инфаркт миокарда (ИМ), анамнез реваскуляризации миокарда – ЧКВ или аорто-коронарное шунтирование, использование паклитаксел-элюирующих стентов, стентов с диаметром менее 3 мм (все по 1 баллу); застойная хроническая сердечная недостаточность или фракция выброса левого желудочка менее 30%, стентирование венозного шунта (каждый соответствует 2 баллам) [1].

Важно информировать пациента о том, что преждевременное прекращение антиагрегантной терапии после стентирования или перерывы в ней с большой вероятностью ведут к осложнениям – ТС и ИМ.

Место пероральной антикоагулянтной терапии в профилактике осложнений после ЧКВ

Наряду с использованием антиагрегантов для предупреждения ишемических событий предпринимались попытки улучшить прогноз пациентов, усиливая антиагрегантную терапию пероральными антикоагулянтами (ОАК). В исследовании ATLAS ACS 2-TIMI 51 (Anti-Xa Therapy to Lower Cardiovascular Events in Addition to Standard Therapy in Subjects with Acute Coronary Syndrome-Thrombolysis in Myocardial Infarction 46) пациентам, госпитализированным с ОКС, назначали ривароксабан (2,5 мг или 5 мг, 2 раза в сутки для обеих доз) в дополнение к стандартной антиагрегантной терапии (пациенты без анамнеза ФП) [2]. Прием ривароксабана сопровождался уменьшением частоты комбинированной конечной точки (смерть от сердечно-сосудистых заболеваний, ИМ, инсульта): относительный риск (ОР) 0,84; 95% доверительный интервал (ДИ) 0,72-0,97 в случае меньшей дозы и ОР 0,85; 95% ДИ 0,73-0,98 – в случае большей дозы. Ривароксабан в дозе 2,5 мг позволил снизить отдельно смертность от сердечно-сосудистых заболеваний и общую смертность (ОР 0,66; 95% ДИ 0,51-0,86 и ОР 0,68; 95% ДИ 0,53-0,87, соответственно). Тем не менее, комбинированная антитромботическая терапия была ассоциирована со значимым приростом больших кровотечений и внутричерепных кровоизлияний: 2,1% по сравнению с 0,6%; 0,6% по сравнению с 0,2%, соответственно [2]. Как итог, использование ривароксабана у пациентов с ОКС (без других показаний к ОАК) не было одобрено американским регулятором FDA, а в рекомендациях Европейского кардиологического общества получило низкий класс показаний.

У пациентов с хроническими формами ИБС (хроническими коронарными синдромами) без анамнеза ФП в исследовании COMPASS (Cardiovascular Outcomes for People Using Anticoagulation Strategies) назначение ривароксабана 2,5 мг 2 раза в сутки в дополнение к аспирину 100 мг в сутки привело к снижению небла-

гоприятных сердечно-сосудистых событий (ИМ, инсульт и смертность от сердечно-сосудистых заболеваний) на 1,3%, что практически нивелировалось увеличением частоты больших кровотечений на 1,2% в течение 23 месяцев наблюдения [3]. Важно обратить внимание на отсутствие влияния комбинированной антитромботической терапии на смертность, но при этом значимое снижение числа инсультов – 0,7% в группе пациентов, получавших аспирин в сочетании с ривароксабаном, по сравнению с 1,4% в группе пациентов, получавших монотерапию аспирином (ОР 0,51, 95% ДИ 0,38-0,68), что связывают с вероятностью включения в исследование пациентов с субклинической пароксизмальной ФП [3].

Антитромботическая терапия после ЧКВ у пациентов с фибрилляцией предсердий

В случае наличия у пациентов показаний к стентированию и фибрилляции предсердий (ФП) требуется назначение тройной антитромботической терапии, т. е. двойная антитромбоцитарная терапия дополняется ОАК [4]. Это необходимо в силу того, что ФП значительно повышает риск тромбообразования, особенно неблагоприятное течение и исходы имеют инсульты на фоне ФП [5]. Однако характеристики тромба отличаются от таковых при коронарном тромбозе – это преимущественно красные тромбы, связанные с активацией свертывающей системы и образующиеся в условиях низкого давления и скорости кровотока. Поэтому двойная антитромбоцитарная терапия не позволяет эффективно предупреждать тромбоэмболические события при ФП. Наоборот, ОАК значительно снижает риск осложнений у пациентов с ФП, в том числе с хронической ИБС, которые получают только медикаментозное лечение, но недостаточно для предупреждения ТС у пациентов как с хронической ИБС, так и ОКС [6,7]. Стандартная длительность такой тройной терапии составляет 1 месяц в случае плановой ЧКВ и 6 месяцев в случае вмешательства у пациентов с ОКС, за которым следует двойная терапия ОАК и ингибитором P2Y₁₂ рецепторов клопидогрелем до 1 года, и только после пациент может продолжать монотерапию варфарином либо одним из прямых ОАК [4,8]. Частные клинические сценарии в зависимости от величины риска инсульта (по шкале CHA₂DS₂-VASc) и кровотечения (по шкале HAS-BLED) [5] описаны в ряде публикаций, посвященных данной проблеме [4,7-9].

Безусловно, комбинация любых лекарственных средств для профилактики ишемических событий, влияющих на систему гемостаза, значительно повышает риск кровотечения, вызывая опасения со стороны врачей и пациентов, поэтому длительность тройной антитромботической терапии должна быть сокращена до минимально необходимой [10,11]. Мета-анализы исследований, в которых изучали возможность исключить из тройной терапии один из антиагрегантов (чаще аспирин), показал высокую безопасность (снижение числа больших кровотечений) такого подхода без увеличения частоты ишемических

событий при использовании одного из прямых ОАК в комбинации с монотерапией ингибитором P2Y₁₂ (чаще клопидогрел) [12, 13].

В исследовании REDUAL-PCI с дабигатраном, PIONEER AF-PCI с ривароксабаном, AUGUSTUS с апикабаном, ENTRUST-AF PCI с эдоксабаном и WOEST с варфарином ОАК в сочетании с антиагрегантной монотерапией были ассоциированы со значимо более низким риском большого кровотечения по определению ISTH (Международной ассоциации по тромбозу и гемостазу) по сравнению с тройной антитромботической терапией (отношение шансов [ОШ] 0,598; 95% ДИ 0,491-0,727), как и использование прямых ОАК по сравнению с варфарином (ОШ 0,577; 95% ДИ 0,477-0,698) [13]. Именно комбинация прямой ОАК и ингибитор P2Y₁₂ показали наибольшую безопасность – ОШ для развития большого кровотечения, по определению TIMI, составило 0,52 (95% ДИ 0,35-0,79) по сравнению с пациентами, получавшими варфарин в сочетании с двойной антитромбоцитарной терапией [12]. Рекомендованные дозы прямых ОАК в составе двойной антитромботической терапии для дабигатрана – 150 мг 2 раза в сутки, ривароксабана – 15 мг 1 раз в сутки, незарегистрированных в Беларуси апикабана – 5 мг 2 раза в сутки, эдоксабана – 60 мг 1 раз в сутки, то есть режимы дозирования, продемонстрировавшие более высокую безопасность при сравнимой эффективности [4, 13]. При наличии стандартных показаний для снижения дозы прямых ОАК [14] доза должна быть уменьшена, то есть ривароксабан 10 мг 1 раз в сутки, дабигатран 110 мг 2 раза в сутки.

Необходимо помнить, что до 1 недели после ЧКВ (перипроцедурный период) пациенты должны в любом случае получать тройную антитромботическую терапию [9], а для минимизации геморрагических осложнений, связанных с местом пункции артерии, стандартом служит лучевой доступ [15].

При сокращении длительности антиагрегантной терапии важно учитывать, что использование ряда стентов позволяет делать это безопасно. Если в таких ситуациях ранее предпочтение отдавалось голометаллическим стентам, то в настоящее время выбор должен быть сделан в пользу стентов с лекарственным покрытием новых поколений. В исследовании LEADERS FREE у пациентов с высоким риском кровотечения при выполнении ЧКВ использовали эверолиму-элюирующий стент BioFreedom (Biosensors International, Сингапур), в сравнении с голометаллическим стентом длительность двойной антиагрегантной терапии составила 1 месяц [16]. Особенность стента BioFreedom – это прежде всего отсутствие полимерного покрытия, биолиму-элюирующий стент нанесен непосредственно на микроструктурированную аблюминальную поверхность. Несмотря на короткий курс приема антиагрегантов частота первичной точки (сердечно-сосудистая смертность, ИМ, ТС) была ниже у пациентов, которым ЧКВ выполнялось с использованием стентов с лекарственным покрытием: 9,4%

по сравнению с 12,9% (ОР 0,71; 95% ДИ 0,56-0,91); в повторной реваскуляризации нуждались в 2 раза меньше пациентов – 5,1% по сравнению с 9,8% (ОР 0,50; 95% ДИ 0,37-0,69) [16]. Сравнимые результаты эффективности и безопасности относительно стента BioFreedom продемонстрированы и для зотаролиму-элюирующего стента в Resolute Onyx (Medtronic, США) в исследовании ONYX ONE на фоне короткого приема двойной антиагрегантной терапии [17].

Чрескожные коронарные вмешательства сегодня и будущие перспективы

В настоящее время тестируются новые сплавы для изготовления имплантов и препараты для элюции в сосудистую стенку. Было проведено рандомизированное, слепое, многоцентровое исследование DUTCH PEERS (Durable polymer-based sTent CHallenge of Promus Element versus Resolute integrity) на пациентах, перенесших ЧКВ в связи с ИМ с установкой одного из двух видов стентов с лекарственным покрытием. В одном случае использовали кобальт-хромовый стент, элюирующий зотаролиму-элюирующий стент (Resolute Integrity, Medtronic, США), во втором – платиново-хромовый стент, выделяющий эверолиму-элюирующий стент (Promus Element, Boston Scientific, США). Оба вида импланта показали одинаковую безопасность и эффективность. В первом варианте наблюдалась продольная деформация платиново-хромового стента у одного пациента. Образование тромба имело место у 3 из 905 пациентов (0,3%) с кобальто-хромовым стентом и у 6 из 906 (0,7%) с платиново-хромовым изделием. Несостоятельность целевого поражения составила 6 и 5%, соответственно [18]. Данные пятилетнего наблюдения подтвердили полученные ранее результаты. В группе пациентов Resolute Integrity и Promus Element ТС развился, соответственно, у 1,5 и 1,3%; несостоятельность целевого стеноза составила 13,2 и 14,2%, в т.ч. смерть от сердечно-сосудистых заболеваний 4,5 и 4,9%; ИМ, ассоциированный с целевым стенозом, 3,1 и 2,6%; реваскуляризация целевого стеноза 7,6 и 8,6% [19].

Баллоны с лекарственным покрытием как альтернатива стентированию

Дополнением к арсеналу ЧКВ стало использование баллонов с лекарственным покрытием без необходимости стентирования. Во время раздувания внутри сосуда из стенки баллона освобождается антипролиферативный агент (в большинстве используемых баллонов – паклитаксел), препятствующий рестенозу. По сравнению со стентами с лекарственным покрытием при использовании баллонов активная субстанция высвобождается одновременно, т. е. воздействует в течение короткого времени контакта с сосудистой стенкой, но в более высокой концентрации. Кроме того, не используются полимерные покрытия, регулирующие кинетику высвобождения. Баллоны с лекарственным покрытием нашли наиболее широкое применение в лечении рестенозов внутри стентов – по результатам ряда мета-анализов их эффективность уступала

только эверолимус-элюирующим стентам, но при этом позволяла избежать стентирования в зоне ранее имплантированного стента [20,21]. В завершённых исследованиях TIS и DARE сравнение эффективности лечения рестенозов внутри стентов с использованием паклитаксел-элюирующего баллона SeQuent Please (B. Braun AG, Германия) и эверолимус-элюирующих стентов Promus Element (Boston Scientific, США) и Xience (Abbott Vascular, США), соответственно, показали отсутствие различий [22, 23]. Более спорными были результаты ангиопластики с применением баллонов с лекарственным покрытием как первая линия интервенционного лечения пациентов с ИБС [24]. Наиболее вероятные сценарии применения в данном случае – атеросклероз в ветвях коронарных артерий малого диаметра, бифуркационные стенозы и пациенты с высоким риском кровотечения (следует отметить, что длительность антиагрегантной терапии в данном случае может быть сокращена, но рекомендуемая не отличается от таковой в случае стентирования). Стенты с лекарственным покрытием также постоянно технологически совершенствуются, что обуславливает возможность их эффективного и безопасного использования в перечисленных выше ситуациях. Например, зотаролимус-элюирующий стент Resolute Onyx (Medtronic Vascular, США) диаметром 2,0 мм позволяет эффективно выполнять ангиопластику при диаметре нативного русла менее 2,25 мм. Через 12 месяцев несостоятельность целевого поражения составила 5,0%, ИМ и реваскуляризация, связанные с целевым сосудом, – 3 и 2%, соответственно, поздняя потеря просвета 0,26 мм при исходном диаметре нативного русла 1,91 мм, частота бинарного рестеноза (более 50%) – 12,0% [25]. Поэтому требуются убедительные данные, полученные в рандомизированных клинических исследованиях в пользу баллонов с лекарственным покрытием.

«Эпигенетические» стенты

Как возможное решение проблемы повышенного тромбообразования на фоне нарушения целостности эндотелия коронарной артерии стентом была предложена клеточно-селективная терапия на основе микроРНК (miR) – некодирующие РНК, состоящие из 18-25 нуклеотидов, участвующие в регуляции многих генов, – с тем, чтобы избирательно подавлять пролиферацию гладкомышечных клеток сосудов и в то же время способствовать реэндотелизации внутренней интимы [26]. Santulli et al. создали аденовирусный вектор Ad-p27-126TS, кодирующий белок p27 (блокирующий клеточный цикл, см. выше), а также включающий 4 дополнительные последовательности miR-126-3p – одного из «зрелых» вариантов, получаемых в результате процессинга пре-miR-126 [27]. miR-126 специфична для клеток эндотелия и играет ключевую роль в поддержании целостности сосудистой стенки, ангиогенезе и т. д. Комбинация в векторе p27 и miR-126 предполагала селективную избыточную экспрессию p27 в гладкомышечных

клетках, предупреждая их пролиферацию и миграцию при сохранной функции эндотелия, обеспечивающих реэндотелизацию поврежденной сосудистой стенки. В эксперименте на сонных артериях крысы после повреждения баллоном при использовании вектора через 2 и 4 недели эндотелизация составила 80 и 88%, соответственно, по сравнению с интактной артерией. При введении вектора, содержащего только последовательность, кодирующую p27, получили 26 и 29% покрытия эндотелием в те же промежуточные времена [27]. В ответ на повреждение сосудистой стенки при ангиопластике изменяется экспрессия более 100 miR, делая их привлекательной терапевтической мишенью (концепция «эпигенетического стента»), однако данные исследования имеют значимые ограничения и носят в настоящее время экспериментальный характер [26].

Прогениторные эндотелиальные клетки и стентирование

Еще одно решение, направленное на более быструю эндотелизацию зоны стентирования, предполагало включение в покрытие стента антител к CD34, которые экспрессируются эндотелиальными прогениторными клетками. Таким образом, стент выполнял роль ловушки для клеток-предшественниц эндотелия, которые имеют ключевое значение в восстановлении и поддержании целостности сосудистого эндотелия. Концепция была предложена Kutryk et al., которые впервые успешно реализовали ее в эксперименте *in vivo* [28]. Технология получила название Genous (OrbusNeich, Гонконг) и показала эффективность и безопасность в ряде клинических исследований [29]. В настоящее время доступны сиролимус-элюирующие стенты из медицинской стали 316L с биоразлагаемым покрытием COMBO Dual Therapy Stent (OrbusNeich, Гонконг). В однолетнем проспективном многоцентровом регистре REMEDEE, включившем поровну пациентов с ОКС и направленных на плановые ЧКВ, частота несостоятельности целевого стеноза составила 5,7%, реваскуляризации целевого стеноза – 4,4%, ИМ – 0,7%, ТС – 0,5%, смертность – 1,7%. Пациенты получали антиагрегантную терапию в течение 12 месяцев после ОКС и 6 месяцев – плановых ЧКВ. Характерно, что все документированные ТС имели место в течение первых 9 суток после ЧКВ [30].

Неинвазивное исследование фракционного резерва кровотока

Наконец, значительные усилия направлены на снижение числа имплантируемых стентов в тех случаях, когда необходимость ангиопластики неоднозначна на основании анатомической оценки стенозирования при выполнении КАГ и наличия ишемии при проведении стресс-тестов. Помимо материальных затрат, протяженность зоны стентирования является предиктором развития рестеноза и ТС и связанных с ними сердечно-сосудистых событий [31, 32]. Фракционный резерв кровотока (ФРК) дает возможность

оценить гемодинамическую значимость атеросклеротической бляшки по изменению давления дистальнее стеноза коронарной артерии относительно давления проксимальнее стеноза. В исследовании FAME 2 (Fractional Flow Reserve Versus Angiography for Multivessel Evaluation) выполнение ЧКВ с измерением ФРК позволило снизить риск первичной комбинированной точки, включая общую смертность, ИМ и необходимость экстренной реваскуляризации в сравнении с оптимальной медикаментозной терапией – 13,9 и 27,0%, соответственно (ОР 0,46; 95% ДИ 0,34-0,63), преимущественно за счет снижения случаев экстренной реваскуляризации – 6,3% в группе пациентов, которым выполнялось ЧКВ, по сравнению с 21,1% в группе пациентов, которые получали только медикаментозную терапию (ОР 0,27; 95% ДИ 0,18-0,41) [33].

Безусловно, выполнение КАГ с измерением ФРК увеличивает стоимость процедуры ЧКВ. Решением, которое позволяет оценить ФРК без

дополнительных расходных материалов и при этом неинвазивно, является моделирование коронарного кровотока и расчет ФРК с помощью специального программного обеспечения при выполнении коронарной КТ-ангиографии. Мета-анализ Zhuang et al. подтвердил высокую чувствительность и специфичность виртуальной оценки ФРК по сравнению с прямым инвазивным измерением [34].

Заключение

Потребность комбинированной антиагрегантной терапии, в том числе в ряде случаев в сочетании с антикоагулянтной, в свою очередь повышает риски геморрагических осложнений. Для решения главной проблемы, связанной с нарушением целостности эндотелия и последующих осложнений, предлагаются новые высокотехнологичные решения, требующие дальнейшего изучения, совершенствования и внедрения в клиническую практику.

Литература

1. 2017 ESC focused update on dual antiplatelet therapy in coronary artery disease developed in collaboration with EACTS: The Task Force for dual antiplatelet therapy in coronary artery disease of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) / M. Valgimigli [et al.] // *Eur. Heart J.* – 2018. – Vol. 39, № 3. – P. 213-260. – doi: 10.1093/eurheartj/ehx419.
2. Rivaroxaban in patients with a recent acute coronary syndrome / J. L. Mega [et al.] // *N. Engl. J. Med.* – 2012. – Vol. 366, № 1. – P. 9-19. – doi: 10.1056/NEJMoa1112277.
3. Rivaroxaban with or without Aspirin in Stable Cardiovascular Disease / J. W. Eikelboom [et al.] // *N. Engl. J. Med.* – 2017. – Vol. 377, № 14. – P. 1319-1330. – doi: 10.1056/NEJMoa1709118.
4. 2018 Joint European consensus document on the management of antithrombotic therapy in atrial fibrillation patients presenting with acute coronary syndrome and/or undergoing percutaneous cardiovascular interventions: a joint consensus document of the European Heart Rhythm Association (EHRA), European Society of Cardiology Working Group on Thrombosis, European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI), and European Association of Acute Cardiac Care (ACCA) endorsed by the Heart Rhythm Society (HRS), Asia-Pacific Heart Rhythm Society (APHRS), Latin America Heart Rhythm Society (LAHRS), and Cardiac Arrhythmia Society of Southern Africa (CASSA) / G. Y. H. Lip [et al.] // *Europace.* – 2019. – Vol. 21, № 2. – P. 192-193. – doi: 10.1093/europace/euy174.
5. Dzeshka, M. S. Stroke And Bleeding Risk Assessment: Where Are We Now? / M. S. Dzeshka, G. Y. Lip // *J. Atr. Fibrillation.* – 2014. – Vol. 6, № 6. – P. 49-57. – doi: 10.4022/jafb.1042.
6. Dzeshka, M. S. Patients with atrial fibrillation undergoing percutaneous coronary intervention. Current concepts and concerns: Part I / M. S. Dzeshka, R. A. Brown, G. Y. Lip // *Pol. Arch. Med. Wewn.* – 2015. – Vol. 125, № 1-2. – P. 73-81. – doi: 10.20452/pamw.2650.
7. Antiplatelet and Antithrombotic Therapy in Patients with Atrial Fibrillation Undergoing Coronary Stenting / M. S. Dzeshka [et al.] // *Interv. Cardiol. Clin.* – 2017. – Vol. 6, № 1. – P. 91-117. – doi: 10.1016/j.iccl.2016.08.007.
8. Dzeshka, M. S. Patients with atrial fibrillation undergoing percutaneous coronary intervention: current concepts and concerns: Part II / M. S. Dzeshka, R. A. Brown, G. Y. Lip // *Pol. Arch. Med. Wewn.* – 2015. – Vol. 125, № 3. – P. 172-180. – doi: 10.20452/pamw.2711.
9. Management of Antithrombotic Therapy in Atrial Fibrillation Patients Undergoing PCI: JACC State-of-the-Art Review / D. Capodanno [et al.] // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 2019. – Vol. 74, № 1. – P. 83-99. – doi: 10.1016/j.jacc.2019.05.016.
10. Dzeshka, M. S. Direct oral anticoagulant reversal: how, when and issues faced / M. S. Dzeshka, D. Pastori, G. Y. H. Lip // *Expert Rev. Hematol.* – 2017. – Vol. 10, № 11. – P. 1005-1022. – doi: 10.1080/17474086.2017.1379896.
11. Dzeshka, M. S. Reversal agents in the era of non-vitamin k antagonists oral anticoagulants: Necessity or psychological crutch? / M. S. Dzeshka, G. Y. H. Lip // *Trends Cardiovasc. Med.* – 2020. – Vol. 30, № 2. – P. 91-92. – doi: 10.1016/j.tcm.2019.04.007.
12. Safety and Efficacy of Antithrombotic Strategies in Patients with Atrial Fibrillation Undergoing Percutaneous Coronary Intervention: A Network Meta-analysis of Randomized Controlled Trials / R. D. Lopes [et al.] // *JAMA Cardiol.* – 2019. – Vol. 4, № 8. – P. 747-755. – doi: 10.1001/jamacardio.2019.1880.
13. Revisiting the effects of omitting aspirin in combined antithrombotic therapies for atrial fibrillation and acute coronary syndromes or percutaneous coronary interventions: meta-analysis of pooled data from the PIONEER AF-PCI, RE-DUAL PCI, and AUGUSTUS trials / T. S. Potpara [et al.] // *Europace.* – 2020. – Vol. 22, № 1. – P. 33-46. – doi: 10.1093/europace/euz259.
14. Dzeshka, M. S. Non-vitamin K oral anticoagulants in atrial fibrillation: Where are we now? / M. S. Dzeshka, G. Y. Lip // *Trends Cardiovasc. Med.* – 2015. – Vol. 25, № 4. – P. 315-336. – doi: 10.1016/j.tcm.2014.10.017.
15. Сравнение стандартного и дистального лучевого доступа при проведении коронароангиографии и чрескожного коронарного вмешательства / А. А. Черняк [и др.] // *Журнал Гродненского государственного медицин-*

- нского университета. – 2019. – Vol. 17, № 4. – P. 468-473. – doi: 10.25298/2221-8785-2019-17-4-468-473.
16. Polymer-free Drug-Coated Coronary Stents in Patients at High Bleeding Risk / P. Urban [et al.] // *N. Engl. J. Med.* – 2015. – Vol. 373, № 21. – P. 2038-2047. – doi: 10.1056/NEJMoa1503943.
 17. Polymer-based or Polymer-free Stents in Patients at High Bleeding Risk / S. Windecker [et al.] // *N. Engl. J. Med.* – 2020. – Vol. 382, № 13. – P. 1208-1218. – doi: 10.1056/NEJMoa1910021.
 18. Third-generation zotarolimus-eluting and everolimus-eluting stents in all-comer patients requiring a percutaneous coronary intervention (DUTCH PEERS): a randomised, single-blind, multicentre, non-inferiority trial / C. von Birgelen [et al.] // *Lancet.* – 2014. – Vol. 383, № 9915. – P. 413-423. – doi: 10.1016/s0140-6736(13)62037-1.
 19. 5-Year Outcome Following Randomized Treatment of All-Comers with Zotarolimus-Eluting Resolute Integrity and Everolimus-Eluting PROMUS Element Coronary Stents: Final Report of the DUTCH PEERS (TWENTE II) Trial / P. Zocca [et al.] // *JACC Cardiovasc. Interv.* – 2018. – Vol. 11, № 5. – P. 462-469. – doi: 10.1016/j.jcin.2017.11.031.
 20. Percutaneous coronary interventional strategies for treatment of in-stent restenosis: a network meta-analysis / G. C. Siontis [et al.] // *Lancet.* – 2015. – Vol. 386, № 9994. – P. 655-664. – doi: 10.1016/S0140-6736(15)60657-2.
 21. Treatment strategies for coronary in-stent restenosis: systematic review and hierarchical Bayesian network meta-analysis of 24 randomised trials and 4880 patients / D. Giacoppo [et al.] // *BMJ.* – 2015. – Vol. 351. – P. h5392. – doi: 10.1136/bmj.h5392.
 22. Long-term outcomes after treatment of bare-metal stent restenosis with paclitaxel-coated balloon catheters or everolimus-eluting stents: 3-year follow-up of the TIS clinical study / L. Pleva [et al.] // *Catheter. Cardiovasc. Interv.* – 2018. – Vol. 92, № 6. – P. E416-E424. – doi: 10.1002/ccd.27688.
 23. A Randomized Comparison of Paclitaxel-Eluting Balloon Versus Everolimus-Eluting Stent for the Treatment of Any In-Stent Restenosis: The DARE Trial / J. Jr. Baan [et al.] // *JACC Cardiovasc. Interv.* – 2018. – Vol. 11, № 3. – P. 275-283. – doi: 10.1016/j.jcin.2017.10.024.
 24. Drug-Coated Balloon for De Novo Coronary Artery Disease: JACC State-of-the-Art Review / C. Yerasi [et al.] // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 2020. – Vol. 75, № 9. – P. 1061-1073. – doi: 10.1016/j.jacc.2019.12.046.
 25. First Report of the Resolute Onyx 2.0-mm Zotarolimus-Eluting Stent for the Treatment of Coronary Lesions with Very Small Reference Vessel Diameter / M. J. Price [et al.] // *JACC Cardiovasc. Interv.* – 2017. – Vol. 10, № 14. – P. 1381-1388. – doi: 10.1016/j.jcin.2017.05.004.
 26. Gareri, C. MicroRNAs for Restenosis and Thrombosis after Vascular Injury / C. Gareri, S. De Rosa, C. Indolfi // *Circ. Res.* – 2016. – Vol. 118, № 7. – P. 1170-1184. – doi: 10.1161/CIRCRESAHA.115.308237.
 27. A selective microRNA-based strategy inhibits restenosis while preserving endothelial function / G. Santulli [et al.] // *J. Clin. Invest.* – 2014. – Vol. 124, № 9. – P. 4102-4114. – doi: 10.1172/JCI76069.
 28. Kutryk, M. In vivo endothelial progenitor cell seeding for the accelerated endothelialization of endovascular devices / M. Kutryk, M. Kuliszewski // *Am. J. Cardiol.* – 2003. – Vol. 92 (Suppl. 6A). – P. 94L-95L.
 29. Klomp, M. Genous endothelial progenitor cell-capturing stent system: a novel stent technology / M. Klomp, M. A. Beijk, R. J. de Winter // *Expert Rev. Med. Devices.* – 2009. – Vol. 6, № 4. – P. 365-375. – doi: 10.1586/erd.09.16.
 30. 1-Year Results of the REMEDEE Registry: Clinical Outcomes After Deployment of the Abluminal Sirolimus-Coated Bioengineered (Combo) Stent in a Multicenter, Prospective All-Comers Registry / P. Woudstra [et al.] // *JACC Cardiovasc. Interv.* – 2016. – Vol. 9, № 11. – P. 1127-1134. – doi: 10.1016/j.jcin.2016.02.052.
 31. Predictors of stent thrombosis and their implications for clinical practice / T. Gori [et al.] // *Nat. Rev. Cardiol.* – 2019. – Vol. 16, № 4. – P. 243-256. – doi: 10.1038/s41569-018-0118-5.
 32. Incidence and predictors of restenosis after coronary stenting in 10 004 patients with surveillance angiography / S. Cassese [et al.] // *Heart.* – 2014. – Vol. 100, № 2. – P. 153-159. – doi: 10.1136/heartjnl-2013-304933.
 33. Five-Year Outcomes with PCI Guided by Fractional Flow Reserve / P. Xaplanteris [et al.] // *N. Engl. J. Med.* – 2018. – Vol. 379, № 3. – P. 250-259. – doi: 10.1056/NEJMoa1803538.
 34. Computed tomography angiography-derived fractional flow reserve (CT-FFR) for the detection of myocardial ischemia with invasive fractional flow reserve as reference: systematic review and meta-analysis / B. Zhuang [et al.] // *Eur. Radiol.* – 2020. – Vol. 30, № 2. – P. 712-725. – doi: 10.1007/s00330-019-06470-8.

References

1. Valgimigli M, Bueno H, Byrne RA, Collet J-P, Costa F, Jeppsson A, Jüni P, Kastrati A, Kolh P, Mauri L, Montalescot G, Neumann F-J, Petricevic M, Roffi M, Steg P-G, Windecker S, Zamorano JL, Levine GN. 2017 ESC focused update on dual antiplatelet therapy in coronary artery disease developed in collaboration with EACTS: The Task Force for dual antiplatelet therapy in coronary artery disease of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J.* 2018;39(3):213-260. doi: 10.1093/eurheartj/ehx419.
2. Mega JL, Braunwald E, Wiviott SD, Bassand J-P, Bhatt DL, Bode C, Burton P, Cohen M, Cook-Bruns N, Fox KA, Goto S, Murphy SA, Plotnikov AN, Schneider D, Sun X, Verheugt FW, Gibson CM. Rivaroxaban in patients with a recent acute coronary syndrome. *N Engl J Med.* 2012;366(1):9-19. doi: 10.1056/NEJMoa1112277.
3. Eikelboom JW, Connolly SJ, Bosch J, Dagenais GR, Hart RG, Shestakovska O, Diaz R, Alings M, Lonn EM, Anand SS, Widimsky P, Hori M, Avezum A, Piegas LS, Branch KRH, Probstfield J, Bhatt DL, Zhu J, Liang Y, Maggioni AP, Lopez-Jaramillo P, O'Donnell M, Kakkar AK, Fox KAA, Parkhomenko AN, et al. Rivaroxaban with or without Aspirin in Stable Cardiovascular Disease. *N Engl J Med.* 2017;377(14):1319-1330. doi: 10.1056/NEJMoa1709118.
4. Lip GYH, Collet J-P, Haude M, Byrne R, Chung EH, Fauchier L, Halvorsen S, Lau D, Lopez-Cabanillas N, Lettino M, Marin F, Obel I, Rubboli A, Storey RF, Valgimigli M, Huber K. 2018 Joint European consensus document on the management of antithrombotic therapy in atrial fibrillation patients presenting with acute coronary syndrome and/or undergoing percutaneous cardiovascular interventions: a joint consensus document of the European Heart Rhythm Association (EHRA), European Society of Cardiology Working Group on Thrombosis, European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI), and European Association of Acute Cardiac

- Care (ACCA) endorsed by the Heart Rhythm Society (HRS), Asia-Pacific Heart Rhythm Society (APHRS), Latin America Heart Rhythm Society (LAHRS), and Cardiac Arrhythmia Society of Southern Africa (CASSA). *Europace*. 2019;21(2):192-193. doi: 10.1093/europace/euy174.
5. Dzeshka MS, Lip GY. Stroke And Bleeding Risk Assessment: Where Are We Now? *J Atr Fibrillation*. 2014;6(6):49-57. doi: 10.4022/jafib.1042.
 6. Dzeshka MS, Brown RA, Lip GY. Patients with atrial fibrillation undergoing percutaneous coronary intervention. Current concepts and concerns: part I. *Pol Arch Med Wewn*. 2015;125(1-2):73-81. doi: 10.20452/pamw.2650.
 7. Dzeshka MS, Brown RA, Capodanno D, Lip GY. Antiplatelet and Antithrombotic Therapy in Patients with Atrial Fibrillation Undergoing Coronary Stenting. *Interv Cardiol Clin*. 2017;6(1):91-117. doi: 10.1016/j.iccl.2016.08.007.
 8. Dzeshka MS, Brown RA, Lip GY. Patients with atrial fibrillation undergoing percutaneous coronary intervention: current concepts and concerns: part II. *Pol Arch Med Wewn*. 2015;125(3):172-180. doi: 10.20452/pamw.2711.
 9. Capodanno D, Huber K, Mehran R, Lip GYH, Faxon DP, Granger CB, Vranckx P, Lopes RD, Montalescot G, Cannon CP, Ten Berg J, Gersh BJ, Bhatt DL, Angiolillo DJ. Management of Antithrombotic Therapy in Atrial Fibrillation Patients Undergoing PCI: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol*. 2019;74(1):83-99. doi: 10.1016/j.jacc.2019.05.016.
 10. Dzeshka MS, Pastori D, Lip GYH. Direct oral anticoagulant reversal: how, when and issues faced. *Expert Rev Hematol*. 2017;10(11):1005-1022. doi: 10.1080/17474086.2017.1379896.
 11. Dzeshka MS, Lip GYH. Reversal agents in the era of non-vitamin K antagonists oral anticoagulants: Necessity or psychological crutch? *Trends Cardiovasc Med*. 2020;30(2):91-92. doi: 10.1016/j.tcm.2019.04.007.
 12. Lopes RD, Hong H, Harskamp RE, Bhatt DL, Mehran R, Cannon CP, Granger CB, Verheugt FWA, Li J, Ten Berg JM, Sarafoff N, Gibson CM, Alexander JH. Safety and Efficacy of Antithrombotic Strategies in Patients with Atrial Fibrillation Undergoing Percutaneous Coronary Intervention: A Network Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *JAMA Cardiol*. 2019;4(8):747-755. doi: 10.1001/jamacardio.2019.1880.
 13. Potpara TS, Mujovic N, Proietti M, Dagnes N, Hindricks G, Collet J-P, Valgimigli M, Heidbuchel H, Lip GYH. Revisiting the effects of omitting aspirin in combined antithrombotic therapies for atrial fibrillation and acute coronary syndromes or percutaneous coronary interventions: meta-analysis of pooled data from the PIONEER AF-PCI, RE-DUAL PCI, and AUGUSTUS trials. *Europace*. 2020;22(1):33-46. doi: 10.1093/europace/euz259.
 14. Dzeshka MS, Lip GY. Non-vitamin K oral anticoagulants in atrial fibrillation: Where are we now? *Trends Cardiovasc Med*. 2015;25(4):315-336. doi: 10.1016/j.tcm.2014.10.017.
 15. Chernyak AA, Snezhitskiy VA, Janushko AV, Dzeshka MS, Maksimchik AV, Voronovich AG, Avdejchik SV, Gabrijanchik GP, Gadzhieva FG, Ibrahimova DS. Svravenie standartnogo i distalnogo lucheвого dostupa pri provedenii koronarografi i chreskozhnogo koronar-nogo vmeshatelstva. [Comparison of standard and distal radiated access in conducting coronarography and intertracial coronary intervention]. *Zhurnal Grodnenskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta* [Journal of the Grodno State Medical University]. 2019;17(4):468-473. doi: 10.25298/2221-8785-2019-17-4-468-473. (Russian).
 16. Urban P, Meredith IT, Abizaid A, Pocock SJ, Carrie D, Naber C, Lipiecki J, Richardt G, Iñiguez A, Brunel P, Valdes-Chavarrí M, Garot P, Talwar S, Berland J, Abdellaoui M, Eberli F, Oldroyd K, Zambahari R, Gregson J, Greene S, Stoll H-P, Morice M-C. Polymer-free Drug-Coated Coronary Stents in Patients at High Bleeding Risk. *N Engl J Med*. 2015;373(21):2038-2047. doi: 10.1056/NEJMoa1503943.
 17. Windecker S, Latib A, Kedhi E, Kirtane AJ, Kandzari DE, Mehran R, Price MJ, Abizaid A, Simon DI, Worthley SG, Zaman A, Hudec M, Poliacikova P, Abdul Ghar AKB, Selvaraj K, Petrov I, Mylotte D, Pinar E, Moreno R, Fabbiochi F, Pasupati S, Kim H-S, Aminian A, Tie C, Wlodarczak A, et al. Polymer-based or Polymer-free Stents in Patients at High Bleeding Risk. *N Engl J Med*. 2020;382(13):1208-1218. doi: 10.1056/NEJMoa1910021.
 18. von Birgelen C, Sen H, Lam MK, Danse PW, Jessurun GAJ, Hautvast RWM, van Houwelingen GK, Schramm AR, Gin RMTJ, Louwerenburg JW, de Man FHF, Stoel MG, Löwik MM, Linssen GCM, Said SAM, Nienhuis MB, Verhorst PMJ, Basalus MWZ, Doggen CJM, Tandjung K. Third-generation zotarolimus-eluting and everolimus-eluting stents in all-comer patients requiring a percutaneous coronary intervention (DUTCH PEERS): a randomised, single-blind, multicentre, non-inferiority trial. *Lancet*. 2014;383(9915):413-423. doi: 10.1016/s0140-6736(13)62037-1.
 19. Zocca P, Kok MM, Tandjung K, Danse PW, Jessurun GAJ, Hautvast RWM, van Houwelingen KG, Stoel MG, Schramm AR, Gin RMTJ, de Man FHF, Hartmann M, Louwerenburg JHW, Linssen GCM, Löwik MM, Doggen CJM, von Birgelen C. 5-Year Outcome Following Randomized Treatment of All-Comers with Zotarolimus-Eluting Resolute Integrity and Everolimus-Eluting PROMUS Element Coronary Stents: Final Report of the DUTCH PEERS (TWENTE II) Trial. *JACC Cardiovasc Interv*. 2018;11(5):462-469. doi: 10.1016/j.jcin.2017.11.031.
 20. Siontis GCM, Stefanini GG, Mavridis D, Siontis KC, Alfonso F, Perez-Vizcayno MJ, Byrne RA, Kastrati A, Meier B, Salanti G, Jüni P, Windecker S. Percutaneous coronary interventional strategies for treatment of in-stent restenosis: a network meta-analysis. *Lancet*. 2015;386(9994):655-664. doi: 10.1016/S0140-6736(15)60657-2.
 21. Giaccoppo D, Gargiulo G, Aruta P, Capranzano P, Tamburino C, Capodanno D. Treatment strategies for coronary in-stent restenosis: systematic review and hierarchical Bayesian network meta-analysis of 24 randomised trials and 4880 patients. *BMJ*. 2015;351:h5392. doi: 10.1136/bmj.h5392.
 22. Pleva L, Kukla P, Zapletalova J, Hlinomaz O. Long-term outcomes after treatment of bare-metal stent restenosis with paclitaxel-coated balloon catheters or everolimus-eluting stents: 3-year follow-up of the TIS clinical study. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2018;92(6):E416-E424. doi: 10.1002/ccd.27688.
 23. Baan JJr, Claessen BE, Boerlage-van Dijk K, Vendrik J, van der Schaaf RJ, Meuwissen M, van Royen N, Gosselink ATM, van Wely MH, Dirkali A, Arkenbout EK, de Winter RJ, Koch KT, Sjauw KD, Beijl MA, Vis MM,

- Wykrzykowska JJ, Piek JJ, Tijssen JGP, Henriques JPS. A Randomized Comparison of Paclitaxel-Eluting Balloon Versus Everolimus-Eluting Stent for the Treatment of Any In-Stent Restenosis: The DARE Trial. *JACC Cardiovasc Interv.* 2018;11(3):275-283. doi: 10.1016/j.jcin.2017.10.024.
24. Yerasi C, Case BC, Forrestal BJ, Torguson R, Weintraub WS, Garcia-Garcia HM, Waksman R. Drug-Coated Balloon for De Novo Coronary Artery Disease: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol.* 2020;75(9):1061-1073. doi: 10.1016/j.jacc.2019.12.046.
25. Price MJ, Saito S, Shlofmitz RA, Spriggs DJ, Attubato M, McLaurin B, Popma Almonacid A, Brar S, Liu M, Moe E, Mehran R. First Report of the Resolute Onyx 2.0-mm Zotarolimus-Eluting Stent for the Treatment of Coronary Lesions with Very Small Reference Vessel Diameter. *JACC Cardiovasc Interv.* 2017;10(14):1381-1388. doi: 10.1016/j.jcin.2017.05.004.
26. Gareri C, De Rosa S, Indolfi C. MicroRNAs for Restenosis and Thrombosis after Vascular Injury. *Circ Res.* 2016;118(7):1170-1184. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.115.308237.
27. Santulli G, Wronska A, Uryu K, Diacovo TG, Gao M, Marx SO, Kitajewski J, Chilton JM, Akat KM, Tuschl T, Marks AR, Totary-Jain H. A selective microRNA-based strategy inhibits restenosis while preserving endothelial function. *J Clin Invest.* 2014;124(9):4102-4114. doi: 10.1172/JCI76069.
28. Kutryk M, Kuliszewski M. In vivo endothelial progenitor cell seeding for the accelerated endothelialization of endovascular devices. *Am J Cardiol.* 2003;92(Suppl 6A):94L-95L.
29. Klomp M, Beijik MA, de Winter RJ. Genous endothelial progenitor cell-capturing stent system: a novel stent technology. *Expert Rev Med Devices.* 2009;6(4):365-375. doi: 10.1586/erd.09.16.
30. Woudstra P, Kalkman DN, den Heijer P, Menown IBA, Erglis A, Suryapranata H, Arkenbout KE, Iñiguez A, van't Hof AWJ, Muller P, Tijssen JGP, de Winter RJ. 1-Year Results of the REMEDEE Registry: Clinical Outcomes After Deployment of the Abluminal Sirolimus-Coated Bioengineered (Combo) Stent in a Multicenter, Prospective All-Comers Registry. *JACC Cardiovasc Interv.* 2016;9(11):1127-1134. doi: 10.1016/j.jcin.2016.02.052.
31. Gori T, Polimeni A, Indolfi C, Räber L, Adriaenssens T, Munzel T. Predictors of stent thrombosis and their implications for clinical practice. *Nat Rev Cardiol.* 2019;16(4):243-256. doi: 10.1038/s41569-018-0118-5.
32. Cassese S, Byrne RA, Tada T, Pinićek S, Joner M, Ibrahim T, King LA, Fusaro M, Laugwitz K-L, Kastrati A. Incidence and predictors of restenosis after coronary stenting in 10 004 patients with surveillance angiography. *Heart.* 2014;100(2):153-159. doi: 10.1136/heartjnl-2013-304933.
33. Xaplanteris P, Fournier S, Pijls NHJ, Fearon WF, Barbato E, Tonino PAL, Engström T, Käab S, Dambrink J-H, Rioufol G, Toth GG, Piroth Z, Witt N, Fröbert O, Kala P, Linke A, Jagic N, Mates M, Mavromatis K, Samady H, Irmpen A, Oldroyd K, Campo G, Rothenbühler M, Jüni P, et al. Five-Year Outcomes with PCI Guided by Fractional Flow Reserve. *N Engl J Med.* 2018;379(3):250-259. doi: 10.1056/NEJMoa1803538.
34. Zhuang B, Wang S, Zhao S, Lu M. Computed tomography angiography-derived fractional flow reserve (CT-FFR) for the detection of myocardial ischemia with invasive fractional flow reserve as reference: systematic review and meta-analysis. *Eur Radiol.* 2020;30(2):712-725. doi: 10.1007/s00330-019-06470-8.

PERCUTANEOUS CORONARY INTERVENTIONS – CURRENT STATE OF DEVELOPMENT: PREVENTION OF COMPLICATIONS AND FUTURE PERSPECTIVES

¹Dzeshka M. S., ^{1,2}Chernyak A. A., ¹Snezhitskiy V. A., ^{1,2}Yanushka A. V., ²Maksimchik A. V., ²Madzekina H. A.

¹Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

²Grodno Regional Clinical Cardiology Center, Grodno, Belarus

Antiplatelet therapy is an essential part of cardiovascular prevention in patients with coronary heart disease (CHD). Damage to the vascular wall caused by percutaneous coronary intervention (PCI) is accompanied by extensive platelet activation followed by inevitable risk of thrombosis within implanted stent both in patients with acute coronary syndromes and in those with chronic CHD especially before endothelialization is completed. Effective prevention of ischaemic complications necessitates dual antiplatelet therapy including its combination with anticoagulation therapy. Duration of the combined therapy is determined by clinical scenario as well as balancing the risk of ischaemic and haemorrhagic events. Risk assessment is an integral part of patient management. Technological advances in the field of coronary interventions aim to assess atherosclerotic lesions precisely in terms of requirement of revascularization, minimize damage to the vascular wall, promote endothelialization, and allow shortening of antithrombotic therapy without losing long-term effectiveness of PCI and increasing the rate of stent thrombosis. The current review discusses prevention of complications after PCI with focus on antithrombotic therapy as well as future perspectives of PCI.

Keywords: atherosclerosis, percutaneous coronary intervention, stent thrombosis, antiplatelet therapy, anticoagulation therapy, atrial fibrillation, drug-coated balloons, micro-RNA, epigenetic stent, endothelial progenitor cells, fractional flow reserve, computed tomography.

For citation: Dzeshka MS, Chernyak AA, Snezhitskiy VA, Yanushka AV, Maksimchik AV, Madzekina HA. Percutaneous coronary interventions – current state of development: prevention of complications and future perspectives. *Journal of the Grodno State Medical University.* 2020;18(6):655-663. <http://dx.doi.org/10.25298/2221-8785-2020-18-6-655-663>.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Об авторах / About the authors

*Дешко Михаил Сергеевич / Dzeshka Mikhail, e-mail: mikhail.dzeshka@grsmu.by, ORCID: 0000-0002-8446-5651
 Черняк Александр Александрович / Chernyak Alexander, e-mail: chernyak.ev@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5017-9019
 Снежицкий Виктор Александрович / Snezhitskiy Viktor, e-mail: snezh@grsmu.by, ORCID: 0000-0002-1706-1243
 Янушко Андрей Вячеславович / Yanushka Andrey, e-mail: kardio@mail.grodno.by
 Максимчик Алексей Владимирович / Maksimchik Aleksej, e-mail: kardio@mail.grodno.by
 Мадзекина Галина Александровна / Madzekina Halina, e-mail: madglaz@mail.ru

**автор, ответственный за переписку / corresponding author*

Поступила / Received: 24.06.2020

Принята к публикации / Accepted for publication: 17.11.2020



Современные проблемы гигиены, радиационной и экологической медицины [Текст] : сборник научных статей / Министерство здравоохранения Республики Беларусь, Учреждение образования "Гродненский государственный медицинский университет" ; [Е. Н. Кроткова и др. ; редкол.: И. А. Наумов (гл. ред.) и др.]. – Гродно : ГрГМУ, 2011 - . - ISSN 2409-3939. Т. 10. – 2020. – 547 с. : рис., табл. – Часть текста на пол. яз.

В научных статьях ведущих специалистов в области профилактической медицины Республики Беларусь, Российской Федерации, Украины и Республики Польша освещены актуальные вопросы современной гигиенической науки и смежных с ней дисциплин по оценке условий среды обитания человека, возникновения и формирования предпатологических и патологических состояний, участия в этих процессах неблагоприятных факторов окружающей среды химической, физической, биологической и психофизиологической природы, путей профилактики и коррекции, роли гигиены а снижении «риска» их воздействия. Содержащиеся в статьях сведения представляют научно-практическую значимость для решения ряда важных проблем и прикладных вопросов не только гигиенической науки, но и медицины в целом. Сборник предназначен для гигиенистов и врачей иных специальностей, научных сотрудников учреждений медико-биологического профиля, студентов высших медицинских учреждений образования.