

<https://doi.org/10.24060/2076-3093-2024-14-3-287-292>

Отрыв кончика проводника, как вариант интраоперационного осложнения при реваскуляризации хронической окклюзии коронарной артерии. Клинический случай

М.А. Каримов^{1,2*}, Т.Р. Ибрагимов^{1,2}, О.В. Галимов², В.О. Ханов², С.И. Благодаров^{1,2}¹ Клиника Башкирского государственного медицинского университета, Россия, Республика Башкортостан, Уфа² Башкирский государственный медицинский университет, Россия, Республика Башкортостан, Уфа* **Контакты:** Каримов Марат Ахмадович, e-mail: bsmukarimov1994@gmail.com

Аннотация

Введение. В структуре смертности в мире сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) занимают лидирующее положение. В частности, ишемическая болезнь сердца (ИБС) является причиной летальности в 48 % случаев среди ССЗ. Цель хирургического лечения пациентов с ИБС — устранение стенозирующего или окклюзирующего поражения коронарных артерий путем коронарного шунтирования и/или чрескожного коронарного вмешательства со стентированием. Успех процедуры составляет около 85 %, в оставшихся 15 % цель операции по реваскуляризации не достигается, причиной чего в том числе может быть выраженная кальцинированность окклюзирующего сегмента коронарной артерии. **Цель исследования.** Демонстрация развития одного из вариантов осложнений при реваскуляризации хронической окклюзии коронарной артерии и способа его устранения. **Материалы и методы.** Представлен клинический случай лечения пациентки 86 лет с ишемической болезнью сердца в плановом порядке. При выполнении коронарографии выявлено многососудистое поражение аортального коронарного шунтирования. На следующие сутки пациентке выполнена коронарография в экстренном порядке с целью реваскуляризации хронической окклюзии. **Результаты и обсуждение.** Пациентке выполнена попытка реваскуляризации хронической кальцинированной окклюзии, в результате которой развилось такое осложнение, как деформации и «отрыв» дистального кончика коронарного проводника. Данное осложнение было разрешено при помощи трехлепестковой ловушки и креативного и хладнокровного мышления оперирующего хирурга. **Заключение.** Клинический случай показывает и доказывает, что, насколько бы обнадеживающим ни был статистический процент успеха, в голове оперирующего хирурга должна быть мысль о возможности развития интраоперационных осложнений. Ключом к решению возникшей задачи является не только наличие современного медицинского инструментария для коронарных вмешательств, но и соответствующий опыт и креативность в принятии тех или иных решений.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, хроническая окклюзия, чрескожное коронарное вмешательство, послеоперационные осложнения, кальциноз коронарных артерий

Информированное согласие. Информированное согласие пациента на публикацию своих данных получено.

Информация о конфликте интересов. Конфликт интересов отсутствует.

Информация о спонсорстве. Данная работа не финансировалась.

Вклад авторов. Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Для цитирования: Каримов М.А., Ибрагимов Т.Р., Галимов О.В., Ханов В.О., Благодаров С.И. Отрыв кончика проводника, как вариант интраоперационного осложнения при реваскуляризации хронической окклюзии коронарной артерии. Клинический случай. Креативная хирургия и онкология. 2024;14(3):287–292. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2024-14-3-287-292>

Поступила в редакцию: 05.06.2024

Поступила после рецензирования и доработки: 15.07.2024

Принята к публикации: 22.07.2024

Каримов Марат Ахмадович — кафедра хирургических болезней и новых технологий, отделение рентген-эндovasкулярных методов диагностики и лечения, orcid.org/0009-0000-5267-0522

Ибрагимов Теймур Рамиз Оглы — к.м.н., кафедра хирургических болезней и новых технологий, отделение рентген-эндovasкулярных методов диагностики и лечения, orcid.org/0000-0001-7509-4345

Галимов Олег Владимирович — д.м.н., профессор, кафедра хирургических болезней и новых технологий, orcid.org/0000-0003-4832-1682

Ханов Владислав Олегович — д.м.н., профессор, кафедра хирургических болезней и новых технологий, orcid.org/0000-0002-1880-0968

Благодаров Сергей Игоревич — кафедра госпитальной хирургии, отделение рентген-эндovasкулярных методов диагностики и лечения, orcid.org/0009-0002-3683-4464

Detachment of a Guidewire Tip as an Intraoperative Complication during Revascularization of Chronic Coronary Artery Occlusion: A Clinical Case

Marat A. Karimov — Department of Surgical Methods of Diseases and New Technologies, Unit of X-Ray Endovascular Methods of Diagnosis and Treatment, orcid.org/0009-0000-5267-0522

Teymur R. Ibragimov — Cand. Sci. (Med.), Department of Surgical Diseases and New Technologies, Unit of X-Ray Endovascular Diagnostics and Treatment, orcid.org/0000-0001-7509-4345

Oleg V. Galimov — Dr. Sci. (Med.), Prof., Department of Surgical Diseases and New Technologies, orcid.org/0000-0003-4832-1682

Vladislav O. Khanov — Dr. Sci. (Med.), Prof., Department of Surgical Diseases and New Technologies, orcid.org/0000-0002-1880-0968

Sergey I. Blagodarov — Department of Hospital Surgery, Unit of X-Ray Endovascular Methods of Diagnosis and Treatment, orcid.org/0009-0002-3683-4464

Marat A. Karimov^{1,2*}, Teymur R. Ibragimov^{1,2}, Oleg V. Galimov², Vladislav O. Khanov², Sergey I. Blagodarov^{1,2}

¹ Clinic of Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation

² Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation

*Correspondence to: Marat A. Karimov, e-mail: bsmukarimov1994@gmail.com

Abstract

Introduction. Cardiovascular diseases occupy a leading position in the structure of mortality in the world. In particular, coronary heart disease causes mortality in 48% of cases among cardiovascular diseases. Surgical treatment of patients with coronary heart disease is aimed at eliminating stenotic or occlusive lesions in the coronary arteries by heart bypass and/or percutaneous coronary intervention with stenting. The success rate of the procedure accounts for about 85%. In the remaining 15%, revascularization fails to achieve its goal, which may be caused, among other things, by a pronounced calcification of the occlusive segment of the coronary artery. **Aim:** to demonstrate the development of one of complications after revascularization of chronic coronary artery occlusion and a method for its elimination. **Materials and methods.** The paper demonstrates a clinical case of an 86-year-old patient with coronary heart disease treated in a non-emergency hospital. Coronary angiography revealed a multivessel lesion. Coronary artery bypass grafting was recommended after an intraoperative consultation with a cardiologist and a vascular surgeon. The next day, the patient underwent emergency coronary angiography in order to revascularize chronic occlusion. **Results and discussion.** The patient underwent attempted revascularization of chronic calcified occlusion, which resulted in such a complication as deformities and “detachment” of the distal tip of the guidewire. This complication was resolved with the help of a trifold snare and the creative and cold-blooded thinking of the operating surgeon. **Conclusion.** The clinical case shows that, despite any encouraging statistical success rate, the operating surgeon should be ready for possible intraoperative complications. The key to solving this problem lies in the availability of modern medical tools for coronary interventions, as well as in relevant experience of an operating surgeon and creativity in making certain decisions.

Keywords: coronary heart disease, chronic occlusion, percutaneous coronary intervention, postoperative complications, coronary artery calcification

Informed consent. Written informed consent was obtained from the patient for publication of this case report and accompanying materials.

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

Sponsorship data. This work is not funded.

Author contribution. The authors contributed equally to this article.

For citation: Karimov M.A., Ibragimov T.R., Galimov O.V., Khanov V.O., Blagodarov S.I. Detachment of a guidewire tip as an intraoperative complication during revascularization of chronic coronary artery occlusion: A clinical case. Creative surgery and oncology. 2024;14(3):287–292. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2024-14-3-287-292>

Received: 05.06.2024

Revised: 15.07.2024

Accepted: 22.07.2024

ВВЕДЕНИЕ

В структуре смертности в Российской Федерации, как и во всем мире, сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) занимают лидирующее положение. В частности, ишемическая болезнь сердца (ИБС) является причиной летальности в 48 % случаев среди ССЗ [1–3]. Учитывая эти факторы, в борьбе с ишемической болезнью сердца государством прилагаются большие усилия и выделяются средства, а именно, модернизируется и улучшается первичная диагностика, консервативное ведение пациентов, а также хирургическое лечение. Целью хирургического лечения ИБС является устранение стенозирующего или окклюзирующего поражения коронарных артерий, что может быть достигнуто как за счет коронарного шунтирования, так и с помощью чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) со стентированием. Каждый из методов может быть применим при определенном клиническом случае [4–6].

Развитие и усовершенствование технологий производства и изготовления медицинского инструментария с каждым годом приводят к тому, что хронические тотальные окклюзии коронарных артерий все чаще и чаще реваскуляризируются в условиях рентген-операционных [7–9]. При наличии необходимого инструментария и соответствующего опыта рентген-хирурга успех процедуры составляет около 85 %. Однако в оставшихся 15 % случаев цель операции по реваскуляризации не достигается, причиной чего, в том числе, может быть выраженная кальцинированность окклюзирующего сегмента коронарной артерии [10–12]. Нередко работа с выраженными кальцинозами может привести к развитию таких осложнений, как эмболизация дистального русла, развитие острого тромбоза в зоне вмешательства, развитие фибрилляции желудочков, перфорация стенки коронарной артерии, окклюзирование крупной боковой ветви (≥ 2 мм) при выполнении ЧКВ, развитие no-reflow/slow flow, спазм коронарной артерии, диссекция интимы коронарной артерии. Кроме кардиальных осложнений имеет место деформация и выход из строя медицинского инструментария для коронарных вмешательств [13–15].

В данной статье мы представляем клинический случай попытки реваскуляризации хронической тотальной окклюзии, осложнившейся отрывом проводника в коронарной артерии и вариантом его устранения.

Цель работы: демонстрация попытки реваскуляризации передней межжелудочковой артерии у пациента с ИБС, осложнившейся отрывом проводника в коронарной артерии и варианты его устранения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Пациентка Ш., 86 лет, поступила в плановом порядке в Клинику БГМУ с жалобами на одышку и давящие боли за грудиной, без иррадиации, возникающие при физической нагрузке (при ходьбе менее 300 метров), купирующиеся приемом валидола через 5 минут, слабость.

На ЭКГ: синусовый ритм с ЧСС 81 уд./мин. Горизонтальная ЭОС. Рубцовые изменения в миокарде передне-перегородочной области нижней стенки левого желудочка. Снижен вольтаж зубцов. АВ блокада I степени.

На Эхо-КГ: Стеноз аортального клапана с недостаточностью 1–2 степени (дегенеративные изменения клапана). Увеличение левого предсердия. Гипертрофия межжелудочковой перегородки.

Через 2-е суток после госпитализации выполнена коронарография с целью определения дальнейшей тактики лечения. На коронарографии: стеноз передней межжелудочковой артерии в устье 40 %, в 6-м сегменте 95 %, в 7-м сегменте хроническая окклюзия (вдоль окклюзированного сегмента визуализируются признаки кальциноза), с ретроградным восстановлением контрастирования дистальных отделов через ветви правой коронарной артерии. Стеноз огибающей артерии в 11 сегменте 30 %. Стеноз ветви тупого края 1-го порядка 80 %. Ранее имплантированный стент правой коронарной артерии в 1 сегменте проходим, без признаков рестеноза, стеноз во 2-м сегменте 65 %, в 3-м сегменте 95 %, стеноз устья ветви тупого края 80 %. Общий SYNTAX SCORE 34.

Случай интраоперационно консультирован с кардиологом, сосудистым хирургом, рекомендовано: аортокоронарное шунтирование в плановом порядке.

На следующие сутки после коронарографии пациентка предъявила жалобы на давящие загрудинные боли, общую слабость, резко возникшую одышку. По ЭКГ: синусовый ритм 45 уд в мин., прерывается частыми парными экстрасистолами. По Эхо-КГ: асинергия межжелудочковой перегородки, выпот в перикарде отсутствует.

В осложнение основного заболевания выставлена слабость синусового узла, преходящая синусовая брадикардия, синоатриальная блокада 2-й степени 2-й тип.

Совместно с кардиологом принято решение об имплантации временного однокамерного электрокардиостимулятора с последующим выполнением повторной коронарографии.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

После имплантации временного однокамерного электрокардиостимулятора с навязыванием ритма 60 уд. в мин., выполнена повторная коронарография: стеноз ствола левой коронарной артерии 30 %. Стеноз передней межжелудочковой артерии в устье 40 %, в 6-м сегменте 95 %, в 7-м сегменте артерии хроническая окклюзия (вдоль окклюзированного сегмента визуализируются признаки кальциноза) с восстановлением контрастирования в дистальных отделах через ветви правой коронарной артерии. Стеноз устья диагональной артерии 1-го порядка 40 %. Стеноз огибающей артерии в 11-м сегменте 40 %, дистальнее артерия контрастируется на всем протяжении, с признаками незначимого атеросклеротического поражения. Стеноз ветви тупого края 1-го порядка 80 %. Ранее имплантированный стент правой коронарной артерии в 1 сегменте проходим, без признаков рестеноза, стеноз во 2-м сегменте 65 %, в 3-м сегменте 95 %, стеноз устья ветви тупого края 80 % (рис. 1, 2).

Случай интраоперационно консультирован с кардиологом, принято совместное решение о выполнении попытки реканализации окклюзии передней межжелудочковой артерии в 7-м сегменте.

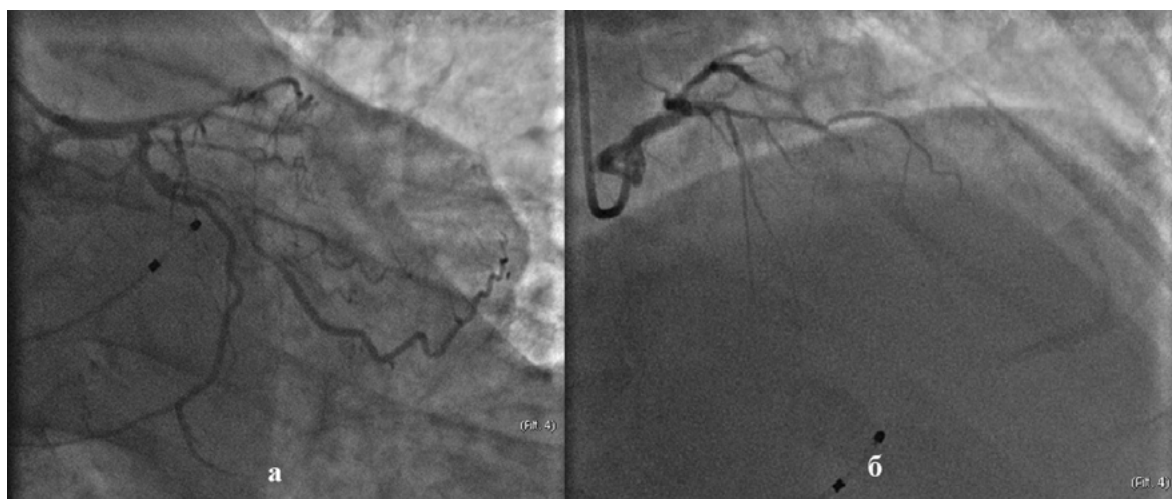


Рисунок 1. Коронарография: а — левая коронарная артерия в каудальной проекции; б — левая коронарная артерия в краниальной боковой проекции
Figure 1. Coronary angiography: a — left coronary artery in caudal projection; b — left coronary artery in cranial lateral projection

По проводниковому катетеру XB 4.0 6Fr проведен коронарный проводник Asahi Fielder 0.014" 180 см в переднюю межжелудочковую артерию с целью реканализации окклюзии. В ходе реканализации хронической окклюзии дистальный отдел коронарного проводника пенетрировал кальцинированную атеросклеротическую бляшку и жестко зафиксировался в ней, произошел «арест» проводника. В результате многократных попыток извлечения проводника из атеросклеротиче-

ской бляшки произошла деструктуризация проводника (расплетение) (рис. 3).

По коронарному проводнику (расплетенному) проведен баллонный катетер 2,0×15,0 мм, подведен к зоне окклюзии с последующим приложением коаксиальной умеренной силы (движением баллонного катетера вперед) для уменьшения силы захвата дистального кончика коронарного проводника. Многократные попытки извлечения проводника были безуспешны, при каждой попытке извлечения проводника происходило дальнейшее расплетение, что усугубляло ситуацию.

Баллонный катетер удален и заведен повторно в проводниковый катетер вдоль проводника наполовину, чтобы середина баллона оказалась на уровне устья катетера. Баллонный катетер раздут до 6 атм., и выполнена попытка тракции на себя всей системы «катетер — баллон — проводник» (рис. 4).

При этом произошел отрыв расплетенного проводника в восходящем отделе аорты с последующим «свободным плаванием» дистального отрезка коронарного проводника в корне аорты с фиксированным кончиком в окклюзии передней межжелудочковой артерии.

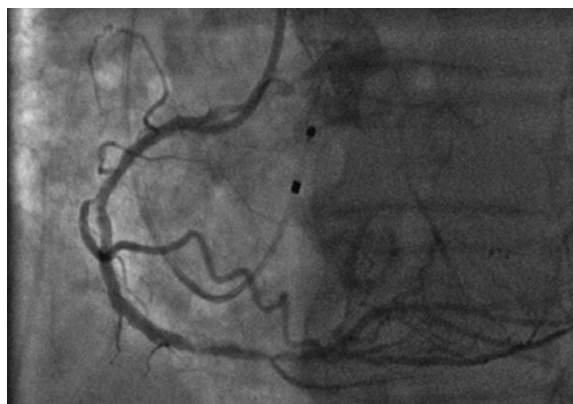


Рисунок 2. Правая коронарная артерия
Figure 2. Right coronary artery

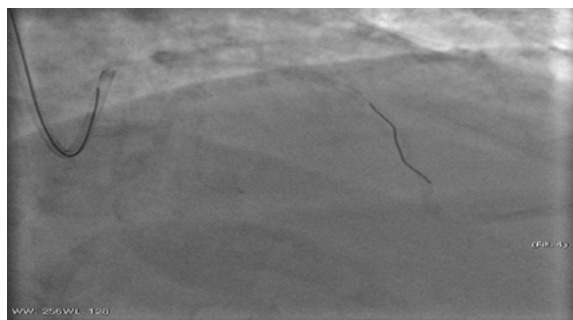


Рисунок 3. ЧКВ ПНА: Момент расплетения дистального участка проводника
Figure 3. Percutaneous coronary intervention, anterior descending artery. Unwinding of the distal part of the guidewire

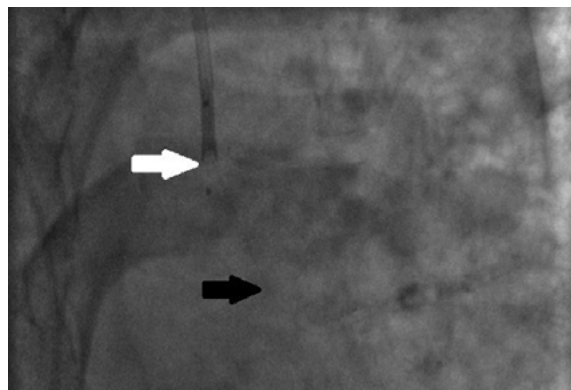


Рисунок 4. Белая стрелка — баллонный катетер, черная стрелка — расплетенный участок проводника
Figure 4. White arrow — balloon catheter, black arrow — unwound part of guidewire

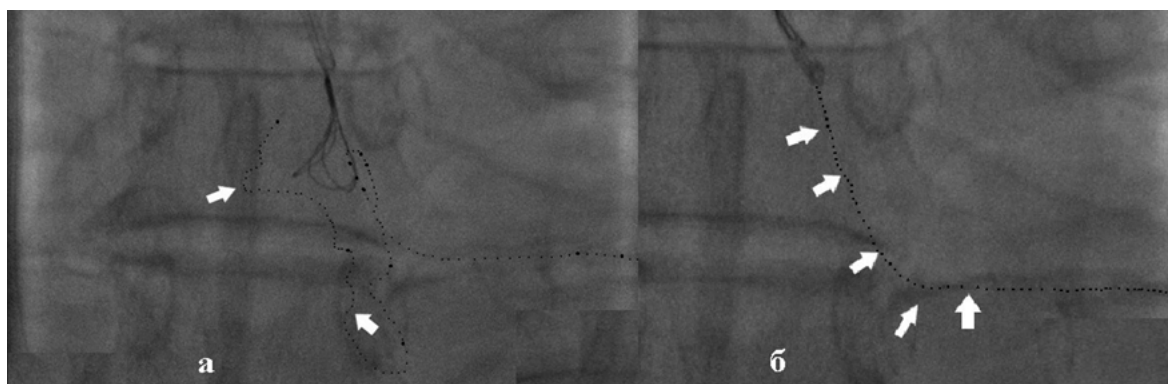


Рисунок 5. Удаление оторвавшегося проводника: а — проведение 3-лепестковой ловушки в восходящий отдел аорты; б — фиксация оторвавшегося отрезка коронарного проводника

Figure 5. Removal of the detached guidewire: а — passage of a trifold snare in the ascending aorta; б — fixation of the detached part of the guidewire

Интраоперационно совместно с кардиологом принято решение о стентировании правой коронарной артерии в 3-м сегменте с целью улучшения кровоснабжения правых отделов сердца и левых отделов через сформированную коллатеральную сеть к передней межжелудочковой артерии.

По проводнику 0.035" 260 см проведен проводниковый катетер JR3,56Fr. Выполнено стентирование правой коронарной артерии в 3-м сегменте. На снимках: улучшилось контрастирование передней межжелудочковой артерии. «Свободный конец» оторванного проводника сместился в сторону аортального клапана. На ЭКГ количество парных экстрасистол увеличилось. Принято решение выполнить повторную попытку удаления проводника.

После выполненного стентирования правой коронарной артерии проводниковым катетером JR3,56Fr удалось подтянуть кончик проводника в восходящий отдел аорты. По катетеру проведена трехлепестковая ловушка в восходящий отдел аорты (рис. 5 а). Множественными попытками удалось зафиксировать «свободно плавающий» сегмент проводника к стенке аорты и заплести проводник на ловушку (рис. 5 б).

Одномоментно система «ловушка — проводник» подтягивалась на себя, а катетер подводился к устью ствола левой коронарной артерии. С приложением умеренной силы произведено извлечение всей системы «катетер — ловушка — проводник» (рис. 6).

Выполнена контрольная коронарография. Пациентка выписана из стационара на 4-е сутки после хирургического вмешательства с референсными значениями лабораторных показателей крови.

Таким образом, плановая реваскуляризация хронической тотальной окклюзии может привести к неожиданным последствиям в виде отрыва коронарного проводника, так как тяжело предугадать, как поведет себя атеросклеротическая бляшка при воздействии на нее проводника или баллонного катетера.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реваскуляризация хронических тотальных окклюзий коронарных артерий относится к числу сложных чрескожных коронарных вмешательств. Результат данного



Рисунок 6. Извлеченный фрагмент расплетенного коронарного проводника

Figure 6. Removed part of the unwound guidewire

вмешательства зависит от множества факторов, в том числе от опыта оперирующего хирурга и оснащения рентгенооперационной. Не существует единого, универсального алгоритма или решения при возникновении осложнений в процессе реканализации хронической окклюзии. Успех процедуры зависит от адаптации лечебного алгоритма к конкретному пациенту. Знание структуры и функционала имеющегося инструментария может помочь в нестандартных ситуациях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Babunashvili A.M., Pancholy S.B. Interosseous artery as an access artery in case of late radial artery occlusion. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2017;90(7):1121–5. DOI: 10.1002/ccd.27106
- 2 Ларионов А.А., Энгинев С.Т., Демина Е.В., Абугов С.А. Результаты реканализации хронических тотальных окклюзий коронарных артерий с применением гибридного подхода. *Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б.В. Петровского.* 2022;10(2(36)):70–80. DOI: 10.33029/2308-1198-2022-10-2-70-80
- 3 Assali M., Buda K.G., Megaly M., Hall A.B., Burke M.N., Brilakis E.S. Update on chronic total occlusion percutaneous coronary intervention. *Prog Cardiovasc Dis.* 2021;69:27–34. DOI: 10.1016/j.pcad.2021.11.004
- 4 Ларионов А.А., Энгинев С.Т., Демина Е.В., Абдиримов Ш.И., Абугов С.А. Сравнение непосредственных и отдаленных результатов реканализации хронических тотальных окклюзий внутри ранее имплантированных стентов и нативных коронарных артерий. *Эндоваскулярная хирургия.* 2021;8(4):355–74. DOI: 10.24183/2409-4080-2021-8-4-355-374

- 5 Крестьянинов О.В., Хелимский Д.А., Бадоян А.Г., Ибрагимов Р.У., Найденов Р.А. Современные алгоритмы для выбора методики реканализации хронических окклюзий коронарных артерий. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2020;24(2):9–15.
- 6 Koelbl C.O., Nedeljkovic Z.S., Jacobs A.K. Coronary chronic total occlusion (CTO): a review. *Rev Cardiovasc Med.* 2018;19(1):33–9. DOI: 10.31083/j.rcm.2018.01.896
- 7 Борисов И.А., Шилин Д.А., Григорян Р.Ф., Зюбин Е.А. Применение эндоваскулярного гемостаза в лечении перфорации коронарной артерии как осложнения при реканализации хронической окклюзии. Военно-медицинский журнал. 2023;344(12):64–6. DOI: 10.52424/00269050_2023_344_12_64
- 8 Хелимский Д.А., Шермук А.А., Крестьянинов О.В., Покушалов Е.А., Караськов А.М. Эндоваскулярные вмешательства при хронической окклюзии коронарных артерий. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2017;6(1):58–64.
- 9 Choi J.Y., Rha S.W., Choi B.G., Choi S.Y., Byun J.K., Jang W.Y., et al. Percutaneous coronary intervention for chronic total occlusion in single coronary arteries. *Tex Heart Inst J.* 2021;48(2):e197023. DOI: 10.14503/THIJ-19-7023
- 10 Стельмашок В.И., Абрамович М.С., Мрочек А.Г., Полонетский О.Л., Козловский В.В. Прогнозирование успешности выполнения антеградной реканализации хронических тотальных окклюзий коронарных артерий коронарным проводником. Кардиология в Беларуси. 2020;12(4):495–506. DOI: 10.34883/PI.2020.12.4.005
- 11 Karacsonyi J., Vemmou E., Nikolakopoulos I.D., Ungi I., Rangan B.V., Brilakis E.S. Complications of chronic total occlusion percutaneous coronary intervention. *Neth Heart J.* 2021;29(1):60–7. DOI: 10.1007/s12471-020-01502-1
- 12 Khatri J., Abdallah M., Ellis S. Management of coronary chronic total occlusion. *Cleve Clin J Med.* 2017;84(12 Suppl 3):27–38. DOI: 10.3949/ccjm.84.s3.03
- 13 Стельмашок В.И. Риск развития кардиальных осложнений при реканализации хронических тотальных окклюзий коронарных артерий антеградным доступом. Кардиология в Беларуси. 2017;9(4):747–58.
- 14 Чевгун С.Д., Абдылдаев И.З., Данияров Б.С., Ааматов Т.А. Эндоваскулярные методы лечения хронических тотальных окклюзий коронарных артерий. Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2015;15(7):170–4.
- 15 Karacsonyi J., Vemmou E., Nikolakopoulos I., Ungi I., Abi Rafeh N., ElGuindy A. et al. Current challenges and prevention strategies for chronic total occlusion (CTO) complications. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2021;19(4):337–47. DOI: 10.1080/14779072.2021.1905521
- 16 Babunashvili A.M., Pancholy S.B. Interosseous artery as an access artery in case of late radial artery occlusion. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2017;90(7):1121–5. DOI: 10.1002/ccd.27106
- 17 Larionov A.A., Enginiov S.T., Demina E.V., Abugov S.A. Results of recanalization of chronic total occlusions based on hybrid approach. *Clinical and Experimental Surgery. Petrovsky Journal.* 2022;10(2):70–80 (In Russ.). DOI: 10.33029/2308-1198-2022-10-2-70-80
- 18 Assali M., Buda K.G., Megaly M., Hall A.B., Burke M.N., Brilakis E.S. Update on chronic total occlusion percutaneous coronary intervention. *Prog Cardiovasc Dis.* 2021;69:27–34. DOI: 10.1016/j.pcad.2021.11.004
- 19 Larionov A.A., Enginiov S.T., Demina E.V., Abdirimov S.H.I., Abugov S.A. Comparison of immediate and long-term outcomes of in-stent and native coronary arteries chronic total occlusions. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2021;8(4):355–74 (In Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2021-8-4-355-374
- 20 Krestyaninov O.V., Khelinskii D.A., Badoian A.G., Ibragimov R.U., Naydenov R.A. Current algorithms for the treatment of chronic coronary total occlusions. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery.* 2020;24(2):9–15 (In Russ.). DOI: 10.21688/1681-3472-2020-2-9-15
- 21 Koelbl C.O., Nedeljkovic Z.S., Jacobs A.K. Coronary chronic total occlusion (CTO): a review. *Rev Cardiovasc Med.* 2018;19(1):33–9. DOI: 10.31083/j.rcm.2018.01.896
- 22 Borisov I.A., Shilin D.A., Grigoryan R.F., Zyubin E.A. The use of endovascular hemostasis in the treatment of coronary artery perforation as a complication during recanalization of chronic occlusion. *Military Medical Journal.* 2023;344(12):64–6 (In Russ.). DOI: 10.52424/00269050_2023_344_12_64
- 23 Khelinskii D.A., Shermuk A.A., Krestyaninov O.V., Pokushalov E.A., Karaskov A.M. Chronic total coronary occlusion percutaneous intervention. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2017;(1):58–64 (In Russ.). DOI: 10.17802/2306-1278-2017-1-58-64
- 24 Choi J.Y., Rha S.W., Choi B.G., Choi S.Y., Byun J.K., Jang W.Y., et al. Percutaneous coronary intervention for chronic total occlusion in single coronary arteries. *Tex Heart Inst J.* 2021;48(2):e197023. DOI: 10.14503/THIJ-19-7023
- 25 Stelmashok V., Abramovich M., Mrochek A., Polonetsky O., Kozlovsky V. Predicting successful antegrade recanalization of chronic total occlusions of coronary arteries with coronary wire. *Cardiology in Belarus.* 2020;12(4):495–506 (In Russ.). DOI: 10.34883/PI.2020.12.4.005
- 26 Karacsonyi J., Vemmou E., Nikolakopoulos I.D., Ungi I., Rangan B.V., Brilakis E.S. Complications of chronic total occlusion percutaneous coronary intervention. *Neth Heart J.* 2021;29(1):60–7. DOI: 10.1007/s12471-020-01502-1
- 27 Khatri J., Abdallah M., Ellis S. Management of coronary chronic total occlusion. *Cleve Clin J Med.* 2017;84(12 Suppl 3):27–38. DOI: 10.3949/ccjm.84.s3.03
- 28 Stelmashok V. Risk of cardiac complications in recanalization of chronic total occlusions of coronary arteries with antegrade access. *Cardiology in Belarus.* 2017;9(4):747–58 (In Russ.).
- 29 Chevgun S.D., Abdylidaev I.Z., Danyarov B.S., Amatov T.A. Endovascular treatment of chronic total occlusionsof coronary arteries. *Vestnik KRSU.* 2015;15(7):170–4 (In Russ.).
- 30 Karacsonyi J., Vemmou E., Nikolakopoulos I., Ungi I., Abi Rafeh N., ElGuindy A. et al. Current challenges and prevention strategies for chronic total occlusion (CTO) complications. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2021;19(4):337–47. DOI: 10.1080/14779072.2021.1905521

REFERENCES