

Гемоперикард после стентирования коронарных артерий: клинические наблюдения и обзор литературы

Н.Ю. Семиголовский^{1,2✉}, <https://orcid.org/0000-0003-4168-1853>, semigolovski@yandex.ru

И.С. Симулис^{2,3}, <https://orcid.org/0000-0002-2537-0142>, simutis@mail.ru

С.О. Мазуренко^{1,2}, <https://orcid.org/0000-0002-1915-2237>, dr_mazurenko@mail.ru

Е.М. Никольская², <https://orcid.org/0009-0008-4291-5520>, egyptyanka@list.ru

М.С. Мазуренко¹, <https://orcid.org/0000-0002-2402-829X>, mazurenko.maria@inbox.ru

¹ Санкт-Петербургский государственный университет; 199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9

² Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л.Г. Соколова; 194291, Россия, Санкт-Петербург, проспект Культуры, д. 4

³ Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова; 191015 Россия, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41

Резюме

В настоящее время в мире ежегодно подвергаются чрескожным коронарным вмешательствам (ЧКВ) с имплантацией стента не менее 5 млн больных ишемической болезнью сердца, причем более 200 000 из них – в России. Диссекция и перфорация коронарной артерии при ЧКВ встречаются достаточно редко, но представляют собой весьма опасные осложнения, ведущие к развитию гемоперикарда с тампонадой сердца, способной, в свою очередь, осложниться кардиогенным шоком, инфарктом миокарда, различными аритмиями и летальным исходом. Частота тампонады сердца в интервенционной кардиологии, по данным разных авторов, составляет от 0,1 до 3,0% всех вмешательств. Сильно варьирует и приводимая в литературе частота летальных исходов (0–20–40%). Вместе с тем не существует специальных регистров, которые аккумулируют данные о перфорациях коронарных артерий в отдельных странах и в мире в целом. К сожалению, на сегодняшний день все еще отсутствует четкий алгоритм выявления пациентов повышенного риска, не ясны необходимые сроки их интенсивного наблюдения, а также не определены критерии выбора между консервативной, рентгенангиохирургической и оперативной тактикой лечения в случае развития гемоперикарда и тампонады сердца. В статье представлен литературный обзор актуальных источников по теме, а также три клинических случая развития гемоперикарда у пациентов старческого возраста в разные сроки после ЧКВ с разной симптоматикой и исходами. Наблюдения иллюстрируют вариабельность симптоматики, сложности диагностики и лечения, а также затрагивают вопросы мультидисциплинарного подхода с участием специалистов разного профиля (рентгенангиохирургов, кардиохирургов, реаниматологов, кардиологов и врачей функциональной диагностики).

Ключевые слова: диссекции, перфорации коронарных артерий, тампонада перикарда, чрескожное коронарное вмешательство, кардиогенный шок, старческий возраст

Благодарности. Авторы выражают признательность за предоставленные материалы врачам Северо-Западного окружного научно-клинического центра имени Л.Г. Соколова: анестезиологу-реаниматологу, старшему ординатору отделения реанимации и интенсивной терапии Д.С. Салыгиной, торакальному хирургу А.Д. Оборневу, заведующему 1-м кардиологическим отделением Э.С. Юсупову, заведующей отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения, д.м.н. Ю.В. Суворовой, анестезиологу-реаниматологу А.В. Соколову, заведующей отделением функциональной диагностики, к.м.н. Т.Н. Енькиной, врачу отделения функциональной диагностики Е.А. Тимофеевой, заведующему патологоанатомическим отделением Я.В. Василеву, руководителю Валдайского филиала, хирургу С.Б. Клишину, анестезиологам-реаниматологам Валдайского филиала С.Н. Селезневу и И.К. Кечулаеву.

Для цитирования: Семиголовский Н.Ю., Симулис И.С., Мазуренко С.О., Никольская Е.М., Мазуренко М.С. Гемоперикард после стентирования коронарных артерий: клинические наблюдения и обзор литературы. *Медицинский совет.* 2023;17(16):117–127. <https://doi.org/10.21518/ms2023-349>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Hemopericardium after coronary artery stenting: clinical observations and literature review

Nikita Yu. Semigolovskii^{1,2✉}, <https://orcid.org/0000-0003-4168-1853>, semigolovski@yandex.ru

Jonas S. Simutis^{2,3}, <https://orcid.org/0000-0002-2537-0142>, simutis@mail.ru

Sergey O. Mazurenko^{1,2}, <https://orcid.org/0000-0002-1915-2237>, dr_mazurenko@mail.ru

Elena M. Nikolskaya², <https://orcid.org/0009-0008-4291-5520>, egyptyanka@list.ru

Maria O. Mazurenko¹, <https://orcid.org/0000-0002-2402-829X>, mazurenko.maria@inbox.ru

¹ St Petersburg State University; 7/9, Universitetskaya Emb., St Petersburg, 199034, Russia

² North-Western District Scientific and Clinical Center named after L.G. Sokolov; 4, Kultury Ave., St Petersburg, 194291, Russia

³ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; 41, Kirochnaya St., St Petersburg, 191015, Russia

Abstract

Currently, at least 5,000,000 patients with coronary artery disease undergo percutaneous coronary interventions with stent implantation every year in the world, and more than 200,000 in Russia. Dissection and perforation of the coronary artery are quite rare, but they are very dangerous complications leading to the development of hemopericardium with cardiac tamponade, cardiogenic shock, myocardial infarction, various arrhythmias and death. The frequency of cardiac tamponade in interventional cardiology, according to various authors, ranges from 0.1 to 3.0% of all interventions. The frequency of deaths cited in the literature also varies greatly (0–20–40%). At the same time, there are no special registers that accumulate data on coronary artery perforations in concrete countries and in the world as a whole. Unfortunately, today, there is still no clear algorithm for identifying high-risk patients, the necessary timing of their intensive follow-up is not clear, and the criteria for choosing between conservative, angiosurgical and operative treatment tactics are not defined. In addition to a literary review of recent sources on this topic, the article presents 3 clinical cases of hemopericardium development in elderly patients at different times after percutaneous interventions, with different symptoms and with different outcomes. The observations illustrate the variability of symptoms, the complexity of diagnosis and treatment, and also touch upon the issues of a multi-disciplinary approach with the participation of specialists of different profiles (X-ray angiologists, cardiac surgeons, intensive care specialists, cardiologists and doctors of functional diagnostics).

Keywords: coronary artery dissections, coronary artery perforations, hemopericardium, pericardial tamponade, percutaneous coronary intervention, cardiogenic shock, elderly age

Acknowledgments. The authors express their gratitude to the doctors of the North-Western District Scientific and Clinical Center named after L.G. Sokolov for the provided materials: Anesthesiologist-Resuscitator, Senior Resident of the Intensive Care Unit of the D.S. Salygina, Thoracic Surgeon A.D. Osborne, Head of the 1st Cardiology Department E.S. Yusupov, Head of the Department of X-ray Surgical Methods of Diagnostics and Treatment, Dr. Sci. (Med.) Yu.V. Suvorova, Anesthesiologist-Resuscitator A.V. Sokolov, Head of the Department of Functional Diagnostics, Cand. Sci. (Med.) T.N. Enkina, Doctor of the Department of Functional Diagnostics E.A. Timofeeva, Head of the Pathology Department Ya.V. Vasilev, Head of the Valdai Branch, Surgeon S.B. Klimshin, Anesthesiologists and Resuscitators of the Valdai Branch S.N. Seleznev and I.K. Kechulaev.

For citation: Semigolovskii NYu, Simutis IS, Mazurenko SO, Nikolskaya EM, Mazurenko MO. Hemopericardium after coronary artery stenting: clinical observations and literature review. *Meditsinskiy Sovet.* 2023;17(16):117–127. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2023-349>.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время ежегодно не менее чем 5 млн больных ишемической болезнью сердца во всем мире выполняются чрескожные коронарные вмешательства (ЧКВ) с имплантацией стента [1], из них свыше 200 000 ежегодно – в России [2].

Перфорация коронарной артерии (КА) является одним из редких, но опасных осложнений ЧКВ, ведущим к развитию гемоперикарда с тампонадой перикарда (ТП), способной осложниться кардиогенным шоком, инфарктом миокарда, различными аритмиями и летальным исходом. При этом не существует специальных регистров, которые аккумулируют данные о перфорации КА в отдельных странах и в мире в целом. Частота ТП, по данным разных авторов, составляет 0,1–3,0% всех ЧКВ [3, 4].

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Крупный анализ базы данных из 25 697 ЧКВ [3], выполненных в одном госпитале США в период с 1993 по 2000 г., выявил ТП в 31 случае (0,12%), причем ТП была диагностирована в рентгеноперационной у 17 (55%) пациентов из 31, а у 14 (45%) ее выявление произошло отсроченно (среднее время после ЧКВ – 4,4 ч). Перикардиоцентез

был выполнен 30 пациентам, из них 19 (61%) были успешно пролечены только с помощью аспирации крови, но 12 (39%) потребовалось дальнейшее экстренное хирургическое вмешательство. Госпитальные осложнения включали смерть (42%), экстренную операцию (39%), инфаркт миокарда (29%) и необходимость переливания крови (65%). Авторы заключают, что большинство случаев ТП выявляется в рентгеноперационной, но может возникнуть отсроченная тампонада, и ее следует рассматривать как причину поздней гипотензии после ЧКВ.

Перфорации КА градируют с помощью классификации Эллиса [5], наиболее распространенной для оценки как экстравазаций, так и рисков ТП (рис. 1):

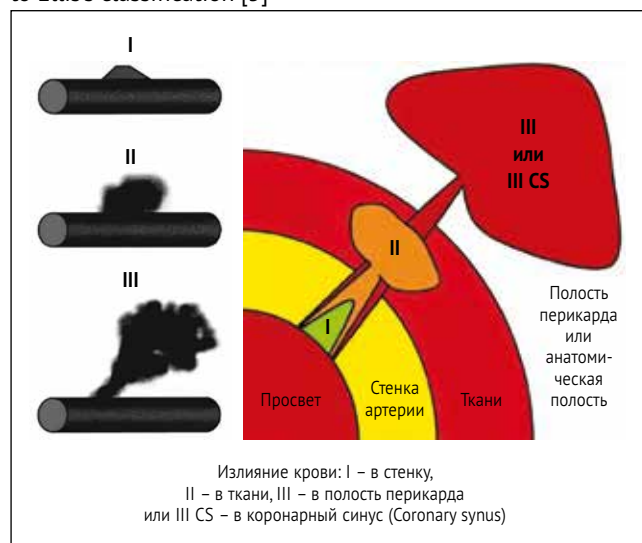
■ I тип – образование экстралюминального кратера (за-тека) без экстравазации (суммарная частота смерти, инфаркта миокарда и ТП – 8%);

■ II тип – пропитывание миокарда или перикарда (риск ТП – 13%);

■ III тип – перфорация диаметром 1 мм и более с выходом контрастного вещества за пределы стенки артерии – свободная перфорация с непрерывной экстравазацией контраста;

■ также описана более доброкачественная перфорация типа III CS (Cavity Spilling – излияние в полость), при которой контраст попадает непосредственно в полость перикарда,

● **Рисунок 1.** Типы перфораций коронарных артерий по классификации Эллис [5]
 ● **Figure 1.** Types of coronary artery perforations according to Ellis's classification [5]



коронарный синус; риск ТП при этом – до 63%, что сопровождается высокой летальностью (около 19%), причем около половины таких пациентов переносят инфаркт миокарда.

По данным A. Shimony et al., перфорация сосудов повышает частоту ТП и летальность (16 и 7% соответственно), причем большинство перфораций I и II степени были пролечены консервативно, а серьезные осложнения отмечались при перфорациях III степени. Многофакторный анализ обнаружил, что наиболее сильный независимый предиктор перфорации – лечение хронической тотальной окклюзии. Другие независимые переменные включали наличие кальция в оперируемой КА и инфаркт миокарда без подъема сегмента ST [6].

Японские авторы T. Fukutomi et al. проанализировали 69 (0,93%) перфораций КА из 7443 последовательно выполненных ЧКВ. Перфорации были разделены на 2 типа: с эпикардиальным окрашиванием без струи контрастной экстравазации (тип I, n = 51) и со струей контрастной экстравазации (тип II, n = 18). У пациентов с перфорациями I и II типа проводилось наблюдение (35 и 0% соответственно), отмена антикоагулянтов (57 и 94%). Перикардиоцентез и дренирование осуществлены в 27 и 61%, а длительная перфузионная баллонная ангиопластика – в 16 и 100% случаев соответственно. Двум пациентам с перфорациями II типа потребовалось экстренное аортокоронарное шунтирование. Случаев госпитальной смерти не было [7].

При ретроспективном анализе турецкими исследователями R. Gündüz et al. 48 360 процедур ЧКВ в период с января 2010 по июнь 2020 г. перфорация КА была обнаружена у 110 пациентов (0,22%), 66 пациентам ЧКВ проводилась при остром коронарном синдроме, а у 44 была диагностирована стабильная стенокардия. Наиболее распространенной локализацией перфорации была передняя нисходящая артерия (41,8%), наиболее часто встречался III тип перфорации по Эллис (37,2%). Госпитальная летальность составила 18,1% [8].

По данным других исследователей [9–12], перфорации происходят в 0,19–0,93% случаев ЧКВ. Причины перфорации и разрыва КА: в половине случаев – предшествующая механическая проводниковая реканализация, около 30% – баллонная дилатация и около 20% – имплантация стента. Таким образом, госпитальная летальность после разрыва КА, как следует из рассмотренных работ, составляет от 0 (японская выборка 2002 г. [7]) до 42% (американская когорта 2002 г. [3]), а по мнению авторов обзора 2019 г. [13], перфорация и разрыв КА сопровождаются практически 100%-м летальным исходом.

Каков же уровень госпитальной летальности – 0, 42 или 100%? Был выделен ряд факторов, потенциально повышающий риск развития осложнения:

- пожилой возраст,
- женский пол,
- острая коронарная патология,
- полная хроническая окклюзия артерии,
- наличие кальциноза [13].

Более систематизированно факторы риска и предикторы разрывов КА представлены в работах М.О. Логинова и др., С. Krishnegowda et al., Т. Dep et al. [12, 14, 15]. В работе М.О. Логинова и др. [12] выделяются факторы:

- немодифицируемые:
 - возраст пациента,
 - женский пол,
 - перенесенное аортокоронарное шунтирование;
- модифицируемые:
 - курение,
 - артериальная гипертензия,
 - наличие заболевания периферических артерий,
 - застойная сердечная недостаточность,
 - низкий индекс массы тела,
 - низкий клиренс креатинина;
- коронарная анатомия и морфология:
 - извитость КА,
 - угловатость,
 - кальцинированные поражения,
 - склонность к спазму,
 - хронические тотальные окклюзии,
 - кальциноз артерии;
- мануальные факторы:
 - агрессивное использование проводников (в особенности гидрофильных), баллонных катетеров и стентов.

Знание факторов риска и предикторов повреждения КА, алгоритмов диагностики и лечения имеет важный практический аспект, касающийся принципиальных вопросов:

1. Кого именно и как долго следует наблюдать в отделении интенсивной терапии и реанимации?
2. Какие специалисты должны быть в круглосуточном доступе при выполнении ЧКВ (кардиологи, рентгеноангиохирурги, кардиохирурги, специалисты функциональной диагностики и т. д.)?

Полагают, что при выявлении экстравазации рентгеноваскулярному хирургу необходимо определить тип разрыва и, учитывая морфологию сосуда и гемодинамические параметры, выбрать тактику дальнейшего лечения [4, 14, 15]. Обычно рекомендуется немедленное

стентирование пораженного участка с целью закрытия места диссекции с последующим мониторингом диссекции и состояния пациента [13, 15]. Однако данный вопрос подлежит изучению, поскольку в настоящее время крупных исследований по этой теме для комплексной оценки проблемы еще недостаточно [9, 13].

На сегодняшний день активно используется применение стент-графтов для герметизации крупного очага разрыва КА. Их быстрая установка достаточно эффективна и малоинвазивна, отчего считается золотым стандартом в лечении экстравазаций и рассценивается как сравнительно безопасная альтернатива открытой кардиохирургической операции [12, 15]. Наличие запаса стент-графтов, по мнению специалистов, является обязательным для каждой рентгеноперационной. В доступной литературе немало публикаций по успешному лечению диссекций имплантацией стент-графта, включая отечественные наблюдения [12]. В случае дистальной диссекции, перфорации КА малого калибра возможно использование эмболизирующих материалов [15].

В ситуациях когда гемостаз не может быть достигнут эндоваскулярными хирургами, сохраняется нестабильность гемодинамики, а эффект перикардиоцентеза малоощутим и нестойко, показано экстренное дренирование полости перикарда и восстановление целостности артерии в ходе кардиохирургической операции [16–18]. Перевод в кардиохирургическую операционную в случае неэффективности эндоваскулярного лечения и консервативной терапии должен быть экстренным [15, 19, 20].

Иначе говоря, проблема лечения гемоперикарда является мультидисциплинарной. Совершенно очевидно, что при выявлении диссекции должны быть срочно извещены реаниматологи и кардиохирургическая служба (если она имеется в стационаре и (или) доступна в малом радиусе транспортировки). Современный алгоритм действий при развитии ТП хорошо представлен в работе T. Dep et al. [15].

Далее приводим три собственных клинических наблюдения развития гемоперикарда у пациентов старческого возраста в разные сроки после ЧКВ с разной симптоматикой и исходами.

КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ 1

Примером развития ТП после стентирования протяженного стеноза КА с попыткой рентгенохирургического лечения является случай пациента О., 83 года. При поступлении пациент жаловался на боли в эпигастальной области при ходьбе до 300 м и в ночное время. Болен с декабря 2019 г., ввиду учащения болей 21 января 2020 г. обратился к терапевту. По электрокардиографии (ЭКГ) выявлена субэпикардальная ишемия передней стенки левого желудочка (ЛЖ). Диагноз: ишемическая болезнь сердца, нестабильная стенокардия; инфаркт миокарда неизвестной давности.

Срочно выполнено ЧКВ с одномоментным стентированием передней межжелудочковой коронарной артерии (ПМЖА) двумя стентами. После имплантации второго

стента выявлен участок диссекции между стентами. В среднюю треть ПМЖА был имплантирован стент с медикamentозным покрытием диаметром 2,75 мм, длиной 48,0 мм, давлением 14 атм, после чего визуализирована массивная экстравазация через ячейки стента вследствие перфорации артерии. Выполнена длительная (около 2 мин) инфляция баллонного катетера из-под стента давлением 4 атм без эффекта. В зону перфорации внутрь стента имплантирован стент-графт, в процессе имплантации которого развилась фибрилляция желудочков, сопровождающаяся обвалом гемодинамики (отчасти, по-видимому, вследствие развития гемоперикарда). Реанимационные мероприятия в полном объеме оказались неэффективны, констатирована смерть. В ходе аутопсии выявлен гемоперикард (200 мл), причиной которого послужило повреждение ПМЖА. Непосредственная причина смерти – кардиогенный шок.

Приводим также два случая развития ТП после плановых ЧКВ у двух пациентов старческого возраста с успешным исходом.

КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ 2

Пациент К., 75 лет, поступил 5 мая 2022 г. для проведения планового ЧКВ. Жаловался на сжимающие загрудинные боли при ускорении ходьбы. Ухудшение с февраля 2022 г. Обратился к врачу 18 апреля 2022 г. По результатам суточного ЭКГ-мониторирования выявлена депрессия ST в передне-боковых отделах ЛЖ. При коронароангиографии 28 апреля 2022 г. выявлены 70%-й стеноз проксимальной трети ПМЖА и окклюзия средней трети. По заключению консилиума (кардиолог, кардиохирург, рентгеноангиохирург), учитывая изолированное поражение средней трети ПМЖА, сомнительное ретроградное заполнение дистального русла ПМЖА, в соответствии с рекомендациями EACTS (European Association for Cardio-Thoracic Surgery – Европейская ассоциация кардиоторакальной хирургии), при SYNTAX Score (Synergy between Percutaneous Coronary Intervention with TAXUS and Cardiac Surgery – согласованность ЧКВ с имплантацией стентов TAXUS и кардиохирургией) 8.0 и Syntax Score II PCI 32.9 против CABG (Coronary Artery Bypass Graft Surgery) 36.5 (PCI (Percutaneous Coronary Intervention) 4 Year Mortality: 8,6%, против CABG 4 Year Mortality: 11,5%) пациенту показана реваскуляризация миокарда в объеме транслюминальной баллонной ангиопластики и стентирования ПМЖА.

В анамнезе артериальная гипертензия. Гипотензивные средства принимал регулярно. Документированных данных о перенесенных инфарктах, инсультах нет. Сопутствующие заболевания: хронический атрофический гастрит, доброкачественная гиперплазия предстательной железы, варикозная болезнь вен нижних конечностей. Курение, алкоголь отрицает. Работающий пенсионер, дирижер оркестра.

Операция стентирования ПМЖА 5 мая 2022 г.: доступ а. femoralis dextra, проводниковый катетер для левой КА XB 3,5. Коронарный проводник проведен в дистальную

треть ПМЖА, замена на гидрофильный проводник, замена на жесткий проводник. Выполнена предилатация ПМЖА баллонным катетером диаметром 2,0 мм, длиной 20 мм. Установлен 1 стент в среднюю треть ПМЖА с рассасывающимся полимерным покрытием диаметром 2,5 мм, длиной 38,0 мм, давлением 18 атм. Выполнена дилатация в стенке баллонным катетером диаметром 2,75 мм, длиной 20 мм. Гепарин во время вмешательства 10 000 ЕД. Согласно записи оператора, в связи с субинтимальным проходом проводника при попытке пройти окклюзию необходим динамический контроль гемодинамики и выполнение контрольной эхокардиографии (ЭхоКГ).

В отделении реанимации, по данным ЭхоКГ, в полости перикарда за правыми камерами сердца лоцируется гипозоногенная жидкость с гиперэхогенными включениями. Расхождение листков перикарда в диастолу за правыми камерами до 21 мм, за верхушкой ЛЖ – до 10 мм; полости сердца не расширены, систолическая функция ЛЖ не нарушена.

ЭхоКГ-контроль спустя 1 ч: отрицательная динамика в виде появления гипозоногенной жидкости за нижней и нижне-боковой стенками ЛЖ до 10 мм, расхождение листков перикарда в диастолу за правыми камерами до 23–24 мм, за верхушкой – до 15 мм. Признаков претампонады, нарушений локальной сократимости на момент осмотра нет. Данных о дефектах стенок не получено. Срочно была проведена пункция перикарда, эвакуировано 30 мл жидкости (кровь).

Спустя 1 ч 50 мин после поступления в отделение реанимации у пациента развилась слабость, выраженная потливость, цианоз, гипотензия. Начата вазопрессорная поддержка – норадреналин 0,1 мкг/кг/мин, введен преднизолон 60 мг. По ЭхоКГ отмечено нарастание гемоперикарда. С учетом неадекватного оттока по ранее установленному катетеру торакальным хирургом принято решение о передренировании перикарда катетером большего диаметра. Еще через 1 ч 30 мин в условиях рентгеноперационной удален ранее установленный катетер. При повторной пункции перикарда получена кровь без сгустков, установлен катетер 8Fr. Эвакуировано около 300 мл крови. Выполнена нейтрализация гепарина протамина сульфатом (50 мг). Продолжена инфузия норадреналина в дозе 0,2 мкг/кг/мин.

Еще через 3 ч по ЭхоКГ отмечена положительная динамика в виде значительного уменьшения жидкости в полости перикарда: сохраняется минимальное количество за верхушкой и свободной стенкой правого желудочка (ПЖ), расхождение листков перикарда примерно до 3 мм. Нет нарушений локальной и глобальной сократимости. На момент исследования по дренажу эвакуировано приблизительно 200 мл крови.

Еще через полчаса, в 18:00, завершена вазопрессорная поддержка. Жалобы при осмотре на общую слабость, умеренный дискомфорт в эпигастрии. Гемодинамика и ритм сердца устойчивы. В месте пункции правой бедренной артерии небольшой экхимоз, признаков гематомы нет, периферическая пульсация сохранена. По дренажу из перикардиальной полости отделяемого нет.

Назначены цефтриаксон, бисопролол на утро, омепразол дважды, аторвастатин. Возобновление антитромботической терапии отложено.

В 20:00 5 мая 2022 г. по ЭхоКГ определяется минимальное количество жидкости за верхушкой ПЖ до 4–5 мм и свободной стенкой ПЖ, расхождение листков перикарда примерно до 3 мм (рис. 2). Контроль ЭхоКГ в 00:40, 09:10 и 15:00 6 мая 2022 г. без отрицательной динамики. При контрольной ЭхоКГ от 7 мая 2022 г. жидкость в перикарде отсутствует (рис. 3). По дренажу из полости перикарда за сутки 70 мл серозной жидкости. С 18:00 6 мая 2022 г. возобновлена двойная антитромботическая терапия. 6 мая 2022 г. по ЭКГ отмечена преходящая элевация сегмента ST до 1,0–1,5 мм в отведениях V_{2-6} .

10 мая 2022 г. обнаружены неспецифические изменения ST-T по ЭКГ без клиники стенокардии. Уровень тропонина I в первые 3 сут. оставался нормальным (табл. 1). 11 мая 2022 г. (7-й день лечения) дренаж удален. Отмечаемый субфебрилитет, преходящие воспалительные изменения крови рассматривались в рамках перикардитомного синдрома. Ввиду умеренной постгеморрагической анемии к терапии добавлен препарат железа. 17 мая 2022 г. пациент выписан на амбулаторное лечение в удовлетворительном состоянии.

Спустя 3 мес. перенес грыжесечение, через 5 мес. вернулся к активной работе. При обследовании спустя 10 мес. (суточный ЭКГ-мониторинг, ЭхоКГ) значимой патологии миокарда и перикарда не выявлено.

КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ 3

Третий случай ТП имел место в филиале Северо-Западного окружного научно-клинического центра имени Л.Г. Соколова в г. Валдай. Пациентка К., 82 года, была госпитализирована 21 апреля 2022 г. с жалобами на чувство дискомфорта в грудной клетке и одышку при физической нагрузке для плановой повторной ЧКВ (стентирование ПМЖА 1 стентом ранее, 29 сентября 2021 г.). В анамнезе стенокардия напряжения более 5 лет. Из перенесенных и хронических заболеваний – гипертоническая болезнь более 20 лет, сахарный диабет 2-го типа более 15 лет, пневмония в 2006 г.

21 апреля 2022 г. выполнено ЧКВ через а. *radialis dextra*. Проводниковый катетер 3,5 SH проведен в дистальную треть ПМЖА, выполнена предилатация баллонным катетером диаметром 2,5 мм, длиной 10 мм, установлено 2 стента: в среднюю треть МПЖА с медикаментозным покрытием диаметром 2,25 мм, длиной 29,0 мм, давлением 12 атм и в проксимальную треть – стент с медикаментозным покрытием диаметром 2,75 мм, длиной 28,0 мм, давлением 14 атм. Во время вмешательства введено 10 000 ЕД гепарина, интрадьюсер удален, наложена манжета TR-Band.

В 12:00 21 апреля 2022 г. была доставлена в отделение реанимации без жалоб. Спустя 5,5 ч у пациентки появились жалобы на боли сжимающего характера за грудиной, затруднение дыхания, холодный липкий пот. Однократно отмечалась рвота. Состояние тяжелое. Сознание ясное.

● **Таблица 1.** Лабораторные показатели крови пациента К., 75 лет, в динамике

● **Table 1.** Laboratory blood parameters of patient K. of 75 years old in dynamics

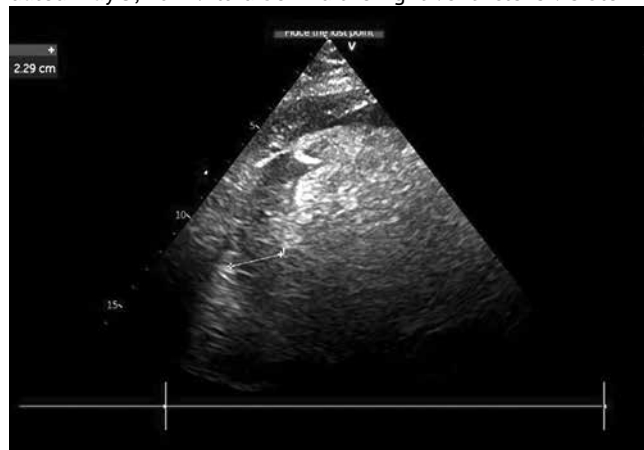
Показатель	Норма	05.05 днем	05.05 вечером	06.05	07.05	08.05	09.05	10.05	11.05	13.05	16.05
Гемоглобин, г/л	М 130–160	142	138	124	113	104	110	115	122	114	115
Гематокрит, %	М 40–48	43,7	41,3	36,6	33,3	30,6	32,1	34,3	35,1	32,5	33,5
Эритроциты, $10^{12}/л$	М 4–5	4,77	4,37	3,91	3,55	3,27	3,47	3,64	3,78	3,51	3,57
Тромбоциты, $10^9/л$	180–400	331	256	255	220	192	239	267	323	352	441
Лейкоциты, $10^9/л$	4–9	12,8	12,0	21,9	16,2	9,0	8,5	8,1	10,3	9,0	8,1
Эозинофилы, %	0–5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,7	1,6	2,6	2,0	2,4	2,6
Лимфоциты, %	19–37	26,7	4,8	6,6	14,0	20,0	21,7	25,4	28,0	27,9	35,2
Моноциты, %	3–11	3,4	1,2	4,4	5,9	7,3	6,5	7,0	4,0	7,6	7,7
Базофилы, %	0–1	0,3	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0,1	0,2
Нейтрофилы, %	47–72	69,5	–	89,0	80,0	71,7	70,1	64,9	68,0	62,0	54,3
Скорость оседания эритроцитов, мм/ч	М 2–15	–	–	–	23	26	31	25	30	9	15
МНО	1–1	–	1,13	1,12	1,29	1,34	1,19	1,12	1,16	–	1,08
Процент протромбина по Квику	70–120	–	73	75	61	58	68	74	71	–	79
АЧТВ	0,8–1,1	4,03	0,81	0,78	1,97	0,76	0,81	–	–	–	–
D-димер, нг/мл	0–250	202	238	148	–	932	–	2181	3144	–	252
Na ⁺ (натрий), ммоль/л	135–145	141,0	–	138	142	139	138	136	140	140	142
K ⁺ (калий), ммоль/л	3,5–5	4,4	–	3,8	3,6	3,6	4,1	4,2	4,2	4,7	5,0
Cl ⁻ (хлориды), ммоль/л	98–107	106,0	–	102	106	106	109	107	108	106	106
Тропонин (сTnI), нг/мл	0–0,5	0,07	0,05	–	0,05	–	–	–	–	–	–
Глюкоза, ммоль/л	3,9–6,4	–	–	11,0	6,5	–	6,7	–	5,5	5,6	–
Креатинин, ммоль/л	М 0,062–0,124	–	–	0,135	0,111	0,101	0,091	0,086	0,090	0,095	0,095
Мочевина, ммоль/л	2,5–8,3	–	12,5	–	12,0	8,6	7,9	–	6,1	–	–
Фибриноген, г/л	2–4	–	–	3,92	3,67	–	–	–	3,2	–	–
СРБ, мг/л	0–10	–	–	38,1	133,3	130,0	99,0	47,5	31,7	–	–
Прокальцитонин, нг/мл	0–0,5	–	–	–	0,23	–	–	<0,01	–	–	–
Билирубин общий, мкмоль/л	3,4–17	–	–	15,0	–	–	–	–	17,1	–	–
Билирубин прямой, мкмоль/л	0–3,4	–	–	2,9	–	–	–	–	3,1	–	–
АЛТ, Е/л	15–40	–	–	63	–	22	19	16	18	–	–
АСТ, Е/л	15–40	–	–	41	–	20	18	15	19	–	–
Общий белок, г/л	64–83	–	–	63	–	–	53	–	–	–	–
Альбумин, г/л	34–48	–	–	35	–	29	30	31	32	–	–
Лас (лактат), ммоль/л	0,5–1,7	–	3,7	2,6	1,8	–	–	–	–	–	–

Примечание. М – мужчины; МНО – международное нормализованное отношение; АЧТВ – активированное частичное тромбопластиновое время; СРБ – С-реактивный белок; АЛТ – аланинаминотрансфераза; АСТ – аспартатаминотрансфераза.

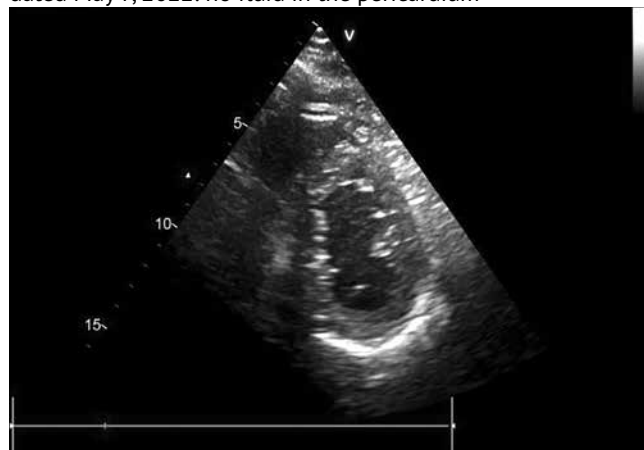
Кожные покровы и видимые слизистые бледные, влажные. Отмечено подтекание крови из мест инъекций, сделанных ранее. Пульс 64 в минуту, артериальное давление (АД) 50/30 мм рт. ст. Частота дыхательных движений (ЧДД) 17 в минуту. Сатурация O₂ (SpO₂) 98% при инсuffляции O₂ до 3 л/мин через носовые канюли. Начата инфузия норадреналина. Заподозрена гипогликемия, подтвержденная лабораторно (глюкоза крови – 1,7 ммоль/л). Начата коррекция гликемии, инфузия гепарина прекращена.

Спустя еще 2 ч вновь появились жалобы на боль в грудной клетке при дыхании, слабость, ощущение тошноты. Вновь резко снизилось АД до 75/50 мм рт. ст. По ЭКГ признаков острой ишемии не выявлено. К 23:00 21 апреля 2022 г. сохранялись лишь жалобы на потливость. АД 110/70 мм рт. ст. на фоне инфузии норадреналина со скоростью 0,96 мкг/кг/мин. Глюкоза крови 19,1 ммоль/л. По записи в истории болезни ночь пациентка провела спокойно.

- **Рисунок 2.** Эхокардиография пациента К., 75 лет, от 5 мая 2022 г.: видна жидкость за правым желудочком
- **Figure 2.** Echocardiography of patient K., 75 years old, dated May 5, 2022: fluid behind the right ventricle is visible



- **Рисунок 3.** Эхокардиография пациента К., 75 лет, от 7 мая 2022 г.: жидкость в перикарде отсутствует
- **Figure 3.** Echocardiography of patient K., 75 years old, dated May 7, 2022: no fluid in the pericardium



Утром 22 апреля 2022 г. температура тела 37,3 °С, пульс 86 в минуту, АД 125/78 мм рт. ст. на фоне инфузии норадреналина, ЧДД 18 в минуту, SpO₂ 98%. Баланс жидкости – внутривенно 1,5 л, выпито 2 л, диурез – 1,1 л. Глюкоза крови в 7:00 11,1 ммоль/л.

В 9:00 22 апреля 2022 г. пациентка внезапно пожаловалась на общую слабость, холодный пот, давящие интенсивные боли в грудной клетке. АД не определяется, несмотря на увеличение скорости введения норадреналина до 1,8 мкг/кг/мин. Добавлена инфузия дофамина 10 мкг/кг/мин. Отмечено ухудшение состояния в виде угнетения сознания, наблюдалась однократная рвота, нарастание явлений шока. По ЭКГ незначительная элевация сегмента ST в отведениях I, II, V₁₋₄. При срочной ЭхоКГ признаки ТП с низким сердечным выбросом, фракция выброса ЛЖ 37%. В 9:30 22 апреля 2022 г. (спустя сутки после ЧКВ) при пункции перикарда получено 160 мл жидкой крови без сгустков, установлен сосудистый интрадьюсер 6F. Далее наблюдалась постепенная стабилизация состояния по всем параметрам мониторинга и ЭхоКГ-картины. С 11:00 22 апреля 2022 г. пациентка без прессорной и инотропной поддержки, болей нет.

ЧДД 20 в минуту, SpO₂ 96% на фоне инсuffляции O₂ 5 л/мин. Получено еще 100 мл жидкой крови. После контрольной ЭхоКГ вечером катетер удален.

На рис. 4 приведены фрагменты электронных карт ведения пациентки в первые 2 сут. после ЧКВ. Отчетливо видны скачкообразные изменения гемодинамики и пульса. За время наблюдения снижались уровень гемоглобина со 139 до 102 г/л (табл. 2) с последующей обратной динамикой; наблюдался преходящий умеренный лейкоцитоз, стабилизация уровня глюкозы, рост уровня креатинина (максимально до 0,410 ммоль/л с последующим снижением) и активности трансаминаз (аланинаминотрансфераза до 194 Е/л, аспартатаминотрансфераза до 179 Е/л), а также незначительный подъем тропонина I на 2-е и 3-е сут. после ЧКВ в пределах 2–3 номиналов с последующей нормализацией.

25 апреля 2022 г. в связи со стабилизацией состояния переведена в общую палату, 27 апреля 2022 г. в удовлетворительном состоянии выписана на амбулаторное лечение.

ОБСУЖДЕНИЕ

Как указано ранее, в *первом наблюдении* перфорация КА была обнаружена во время ЧКВ. Осуществлена длительная, с точки зрения оператора (около 2 мин), инфляция баллонного катетера из-под стента, а затем ввиду отсутствия эффекта был имплантирован стент-графт. Смерть наступила на операционном столе, несмотря на проведенные в полном объеме реанимационные мероприятия. Пункция перикарда не выполнялась. Причиной смерти стало развитие ТП, о чем свидетельствовали результаты аутопсии, выявившие наличия гемоперикарда (200 мл). Причиной его возникновения послужило повреждение ПМЖА во время установки второго и третьего стентов в эту артерию. Непосредственная причина смерти – кардиогенный шок, который мог быть предотвращен своевременной эвакуацией крови из перикарда, однако этого сделано не было.

В двух других описанных наблюдениях имело место отсроченное развитие гемоперикарда после плановых ЧКВ. Так, во *втором случае* у пациента 75 лет к ТП привело плановое ЧКВ, причем оператором зафиксирован субинтимальный проход проводника при попытке пройти окклюзию ПМЖА, о чем были извещены реаниматологи, которые с помощью функционалистов сразу же при поступлении в отделение реанимации стали осуществлять ЭхоКГ-контроль. Срочная пункция перикарда торакальным хирургом позволила эвакуировать сначала 30 мл крови, а дальнейший ЭхоКГ-контроль на фоне постепенного развития шока (спустя 1 ч 50 мин после ЧКВ) позволил заподозрить отсутствие адекватного дренирования. Передренирование в условиях рентгеноперационной на фоне вазопрессорной поддержки сопровождалось эвакуацией около 300 мл крови без сгустков. Последующая реверсия гепариновой антикоагуляции протамином и пауза в дезагрегантной терапии, по-видимому, замедлили темп поступления крови в сердечную

● **Таблица 2.** Лабораторные показатели крови пациентки К., 82 года, в динамике

● **Table 2.** Laboratory blood parameters of patient K. of 82 years old in dynamics

Показатель	Норма	21.04	22.04, 11:01	22.04, 18:54	23.04	24.04	25.04
Тропонин I, нг/мл	0–0,5	–	–	–	1,32	1,63	0,43
МНО	1–1	1,58	1,19	–	1,41	1,20	–
Процент протромбина по Квику	70–120	54,3	85,2	–	67,6	84,5	–
АЛТ, Е/л	15–40	119,2	417,0	–	241,5	194,0	158,7
Креатинин, ммоль/л	Ж 0,044–0,097	0,153	0,227	–	–	0,410	0,251
АСТ, Е/л	15–40	177,3	480,0	–	226,8	179,5	159,2
Фибриноген, г/л	2–4	3,13	1,82	–	2,88	7,07	9,50
Общий белок, г/л	64–83	62,1	74,3	–	51,4	57,4	52,4
Глюкоза, ммоль/л	3,9–6,4	21,6	12,5	–	8,3	7,8	8,4
Na ⁺ (натрий), ммоль/л	135–145	122,9	140,8	–	134,3	136,4	141,5
K ⁺ (калий), ммоль/л	3,5–5	6,53	4,25	–	4,1	3,80	3,97
Cl ⁻ (хлориды), ммоль/л	98–107	97,1	104,2	–	107,2	104,3	106,9
Эритроциты, 10 ¹² /л	Ж 3,9–4,7	4,53	4,52	3,98	3,82	4,38	4,16
Тромбоциты, 10 ⁹ /л	180–400	407	390	210	130	175	202
Гемоглобин, г/л	Ж 120–140	139	139	110	102	118	126
Гематокрит, %	Ж 36–42	39,0	38,9	32,6	30,5	35,9	34,7
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	4–9	10,9	11,9	7,9	10,8	13,1	12,3
Средний объем эритроцита, фл	80–100	86,3	86,1	82,0	86,4	82	83,5
Среднее содержание гемоглобина в 1 эритроците, пг	27–35	35,4	35,3	33,5	28,1	29	31,3
Лимфоциты, %	19–37	11,0	14,2	14,2	13,7	5,0	12,0
Моноциты, %	3–11	1,0	3,2	3,2	3,2	1	2,0
Гранулоциты, %	47–72	88,0	82,6	82,6	84,1	94	86,0
Билирубин общий, мкмоль/л	3,4–17	24,9	16,0	–	–	10,0	8,1
Билирубин прямой, мкмоль/л	0–3,4	5,9	4,8	–	–	1,0	1,1
Амилаза, Е/л	25–125	–	98,0	–	–	–	–

Примечание. Ж – женщины; МНО – международное нормализованное отношение; АЛТ – аланинаминотрансфераза; АСТ – аспартатаминотрансфераза.

сорок, а дренирование препятствовало развитию ТП, что позволило стабилизировать гемодинамику и избежать серьезного повреждения миокарда (уровень тропонина оставался в пределах нормальных значений). Дальнейшее течение послеоперационного периода было сравнительно гладким, хотя удаление дренажа лишь на 7-е сут., возможно, обусловило временный субфебрилитет и воспалительные изменения крови. О степени кровопотери можно судить по динамике уровня гемоглобина, снизившегося со 142 до 104 г/л на 3-и сут. наблюдения. Последующие реабилитационные мероприятия позволили пациенту вскоре вернуться к активной профессиональной деятельности, а обследование спустя 10 мес. (суточный ЭКГ-мониторинг, ЭхоКГ) значимой патологии миокарда и перикарда не выявило.

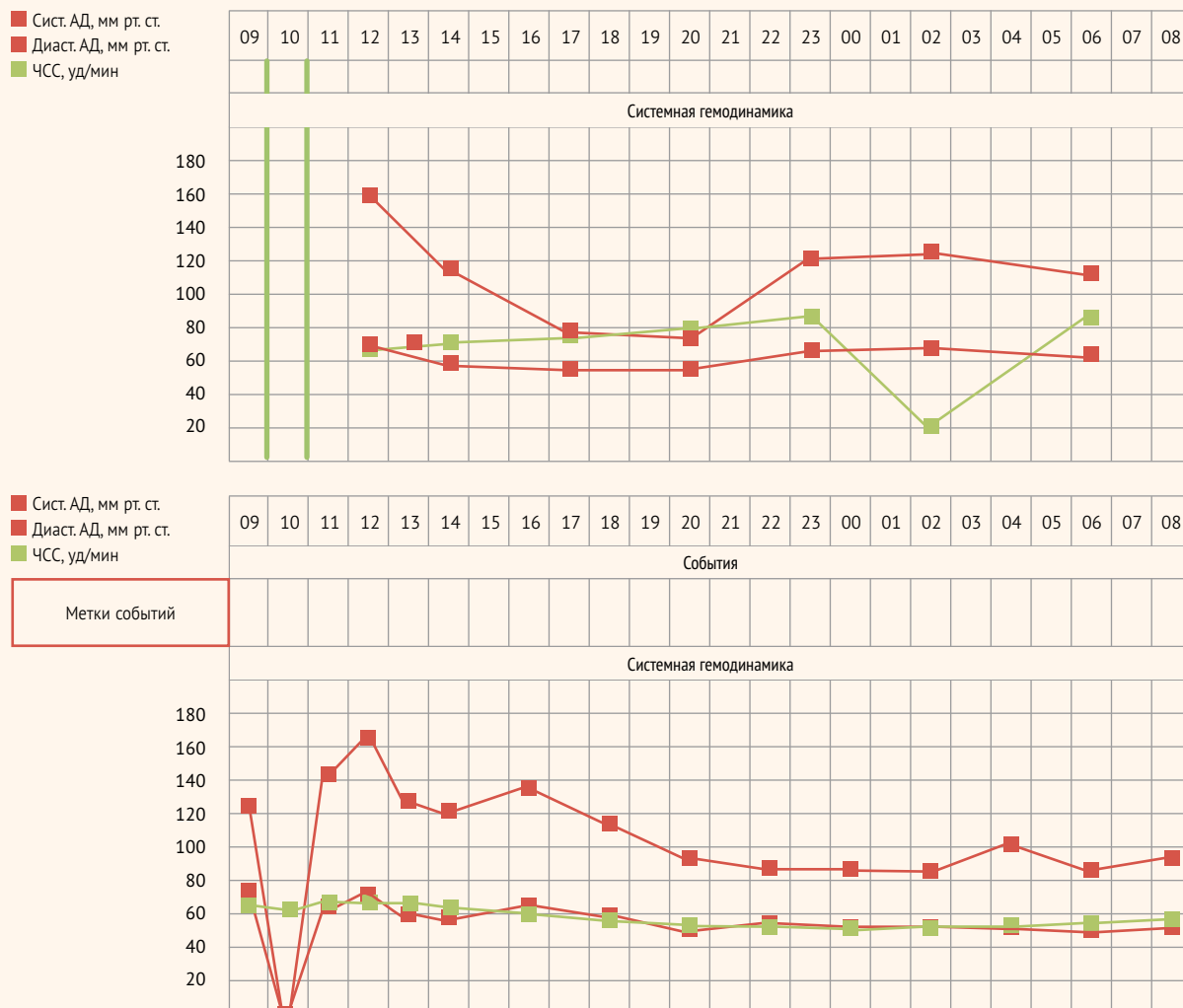
В *третьем наблюдении* у 82-летней пациентки развитие гемоперикарда при плановой ЧКВ было отчасти замаскировано развитием гипогликемии и временной

стабилизацией гемодинамики вазопрессорной поддержкой. Однако спустя сутки, утром следующего дня, после ЧКВ на фоне ангинозного приступа с падением гемодинамики была своевременно проведена ЭхоКГ, выявившая признаки ТП с низким сердечным выбросом, что явилось показанием для срочной пункции с эвакуацией сначала 160 мл крови, а затем при дренировании еще 100 мл. Это вмешательство явилось достаточным для ликвидации явлений шока и обеспечения последующего благоприятного течения послеоперационного периода. Складывается впечатление, что перфорацию КА в данном случае можно градируют III степенью по Эллис, однако ее малый размер обусловил долгое латентное развитие клиники шока.

Факторами риска развития гемоперикарда в наших наблюдениях, как видно, служили старческий возраст, артериальная гипертензия в анамнезе, протяженные стенозы КА, острая ситуация в первом случае и хронические окклюзии – в двух других.

● **Рисунок 4.** Фрагменты карт ведения пациентки К., 82 года, в отделении реанимации после чрескожного коронарного вмешательства от 21 и 22 апреля 2022 г.: видны признаки неустойчивости гемодинамики – снижение артериального давления с 5-го часа наблюдения, брадиаритмия через 15 ч, шок через сутки после чрескожного коронарного вмешательства

● **Figure 4.** Fragments of patient management records for patient K., 82 years old, in the intensive care unit after percutaneous coronary intervention on April 21 and 22, 2022: signs of hemodynamic instability are visible – decreased blood pressure from the 5th hour of observation, bradyarrhythmia 15 hours later, shock one day after percutaneous coronary intervention



Важно, чтобы ЭхоКГ-контроль для исключения перикардального выпота был доступен круглосуточно и проводился у всех пациентов с гипотензией, устойчивой к внутривенной инфузионной и вазопрессорной поддержке. Рассчитывать на наружную компрессию эпикардальной артерии интрамуральной коронарной гематомой или локализованным перикардальным выпотом представляется весьма самонадеянным [4].

По алгоритму, приводимому многими специалистами, при появлении угрозы ТП пациент должен быть немедленно доставлен в рентгеноперационную. Для того чтобы достигнуть гемодинамической стабилизации, необходимо установить перикардальный дренаж. В ряде публикаций настаивают на выполнении этой процедуры лишь после проведения контрольной ангиографии.

В настоящее время для лечения дистальных перфораций успешно используются микроспираль и другие различные эмболизирующие агенты, но, к сожалению, их

применение ограничено объемом миокарда, который питает дистальный перфорированный сосуд. По мнению А.А. Гречишкина и др. [4], методика эмболизации сосудов должна применяться при жизнеугрожающей ситуации, когда все другие методы лечения исчерпаны, а размер инфаркта в результате эмболизации будет невелик.

В случае возникновения перфорации КА требуются не только немедленные действия для устранения экстравазации (длительное баллонирование, установка стент-графта, эмболизация) и ГП (установка перикардального дренажа), но и восстановление нормокоагуляции (введение протамина сульфата), и мероприятия по стабилизации гемодинамики (введение вазопрессоров, инотропов, антиаритмиков, а иногда и применение внутриаортальной баллонной контрпульсации и других устройств).

Несомненно, рентгенэндоваскулярный хирург должен быть знаком с различными доступными на данный момент устройствами для лечения диссекций и перфораций КА,

а каждая рентгенооперационная должна располагать необходимой техникой и инструментарием. Знания реаниматологов и хирургов о таких осложнениях ЧКВ, как диссекции и перфорации КА, развитие гемоперикарда и гемотампонады, а также навыки их ранней диагностики с алгоритмом лечения, включающим мультидисциплинарный подход, способны минимизировать неблагоприятные последствия и снизить досадную госпитальную летальность при ЧКВ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на широкую распространенность и малоинвазивность ЧКВ, этот вид оперативного вмешательства не является абсолютно безопасным. Даже плановая ЧКВ при хронической протяженной окклюзии, особенно у лиц пожилого и старческого возраста, может привести к весьма тяжелым последствиям, включая летальный исход. При этом в настоящее время все еще не сформированы соответствующие шкалы риска, способствующие своевременному выявлению осложнений ЧКВ, нет региональных и общемировых регистров даже самых грозных осложнений ЧКВ, а показатели летальности при перфорации КА

в различных исследованиях колеблются от 0 до 40% и даже до 100% (!). На порядки различаются и данные о частоте развития ТП (0,1–3,0%!).

Важными в вопросе ведения пациентов высокого риска, включая пациентов пожилого и старческого возраста, являются осторожность к вероятным отсроченным осложнениям и, по-видимому, более длительное наблюдение таких пациентов в отделениях кардиореанимации. Целесообразно обучение дежурных кардиологов и анестезиологов-реаниматологов навыкам проведения ЭхоКГ для своевременной диагностики осложнений ЧКВ в виде гемоперикарда и инфаркта миокарда. Нуждаются в совершенствовании организационные принципы командной работы специалистов (кардиологов, рентген-ангиохирургов, кардиохирургов, реаниматологов, функционалистов) с целью персонализированного подхода к ведению пациентов, имеющих повышенные риски осложнений ЧКВ, включая повреждения КА с развитием ТП. Безусловно, целесообразной является дальнейшая разработка мер по их профилактике и лечению.



Поступила / Received 04.07.2023

Поступила после рецензирования / Revised 08.08.2023

Принята в печать / Accepted 29.08.2023

Список литературы / References

- Serruys PW, Rutherford JD. The Birth, and Evolution, of Percutaneous Coronary Interventions: A Conversation With Patrick Serruys, MD, PhD. *Circulation*. 2016;134(2):97–100. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.116.023681>.
- Matskheplishvili S, Kontsevaia A. Cardiovascular Health, Disease, and Care in Russia. *Circulation*. 2021;144(8):586–588. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.121.055239>.
- Fejka M, Dixon SR, Safian RD, O'Neill WW, Grines CL, Finta B et al. Diagnosis, management, and clinical outcome of cardiac tamponade complicating percutaneous coronary intervention. *Am J Cardiol*. 2002;90(11):1183–1186. [https://doi.org/10.1016/s0002-9149\(02\)02831-x](https://doi.org/10.1016/s0002-9149(02)02831-x).
- Гречишкин АА, Майнгарт СВ, Некрасов АС, Федорченко АН, Порханов ВА. Возможные подходы к лечению дистальной перфорации коронарных артерий. *Инновационная медицина Кубани*. 2020;(1):66–70. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2020-17-1-66-70>.
- Grechishkin AA, Maingart SV, Nekrasov AS, Fedorchenko AN, Porkhanov VA. Possible treatment approaches for distal coronary artery perforation. *Innovative Medicine of Kuban*. 2020;(1):66–70. (In Russ.) <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2020-17-1-66-70>.
- Ellis SG, Ajluni S, Arnold AZ, Popma JJ, Bittl JA, Eigler NL et al. Increased coronary perforation in the new device era. Incidence, classification, management, and outcome. *Circulation*. 1994;90(6):2725–2730. <https://doi.org/10.1161/01.cir.90.6.2725>.
- Shimony A, Zaher D, Van Straten M, Shalev A, Gilutz H, Ilia R, Cafri C. Incidence, risk factors, management and outcomes of coronary artery perforation during percutaneous coronary intervention. *Am J Cardiol*. 2009;104(12):1674–1677. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2009.07.048>.
- Fukutomi T, Suzuki T, Popma JJ, Hosokawa H, Yokoya K, Inada T et al. Early and late clinical outcomes following coronary perforation in patients undergoing percutaneous coronary intervention. *Circ J*. 2002;66(4):349–356. <https://doi.org/10.1253/circj.66.349>.
- Gündüz R, Yıldız BS, Çetin N, Özgür S, Çizgici AY, Tülüçe K et al. Multi-Center Experience of Coronary Artery Perforation During Percutaneous Coronary Intervention: Clinical and Angiographic Characteristics, Management, and Outcomes Between 2010 and 2020. *Anatol J Cardiol*. 2022;26(8):608–618. <https://doi.org/10.5152/AnatolJCardiol.2022.1337>.
- Lemmer ME, van Bommel RJ, Diletti R, Wilschut JM, de Jaegere PP, Zijlstra F et al. Clinical Characteristics and Management of Coronary Artery Perforations: A Single-Center 11-Year Experience and Practical Overview. *J Am Heart Assoc*. 2017;6(9):e007049. <https://doi.org/10.1161/JAHA.117.007049>.
- Claessen BE, Mehran R. Hope for the best, prepare for the worst: How to manage coronary perforations. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2019;93(4):E255–E256. <https://doi.org/10.1002/ccd.28055>.
- Shaukat A, Tajti P, Sandoval Y, Stanberry L, Garberich R, Nicholas Burke M et al. Incidence, predictors, management and outcomes of coronary perforations. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2019;93(1):48–56. <https://doi.org/10.1002/ccd.27706>.
- Логинов МО, Файзуллин ЭС, Шакуров ДФ, Мхитарян ГУ. Устранение экстравазации IIICCS типа передней межжелудочковой артерии стент-графтом. Клинический случай. *Креативная хирургия и онкология*. 2020;10(4):296–301. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2020-10-4-296-301>.
- Loginov MO, Fayzullin ES, Shakurov DF, Mhitaryan GU. Stent-graft treatment of anterior interventricular artery extravasation type IIICCS: a clinical case. *Creative Surgery and Oncology*. 2020;10(4):296–301. (In Russ.) <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2020-10-4-296-301>.
- Васильева ОИ, Мазуренко СО. Осложнения чрескожных коронарных вмешательств – задачи, требующие решения. *Клиническая больница*. 2019;28(2):36–39. Режим доступа: https://med122.com/news/1/Magazine_02_2019_web.pdf.
- Vasileva OI, Mazurenko SO. Complications of percutaneous coronary interventions – tasks to be solved. *The Hospital*. 2019;28(2):36–39. (In Russ.) Available at: https://med122.com/news/1/Magazine_02_2019_web.pdf.
- Krishnegowda C, Puttegowda B, Krishnappa S, Ananthakrishna R, Mahadevappa NC, Siddegowda SK et al. Incidence, clinical and angiographic characteristics, management and outcomes of coronary artery perforation at a high volume cardiac care center during percutaneous coronary intervention. *Indian Heart J*. 2020;72(4):232–238. <https://doi.org/10.1016/j.ihj.2020.07.012>.
- Dep T, Maddury J, Sahoo PK. Coronary Artery Perforation. *Indian J Cardiovasc Dis Women*. 2019;4(2):110–120. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1697079>.
- Mirza AJ, Taha AY, Aldoori JS, Hawas JM, Hassan KW. Coronary artery perforation complicating percutaneous coronary intervention. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2018;26(2):101–106. <https://doi.org/10.1177/0218492318755182>.
- Solomonica A, Kerner A, Feld Y, Yalonetsky S. Novel Technique for the Treatment of Coronary Artery Perforation. *Can J Cardiol*. 2020;36(8):1326.e1–1326.e3. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2020.03.017>.
- Nairouz R, Parzynski CS, Curtis JP, Mohsen A, McNulty E, Uretsky BF, Hakeem A. Contemporary Trends, Predictors and Outcomes of Perforation During Percutaneous Coronary Intervention (From the NCDR Cath PCI Registry). *Am J Cardiol*. 2020;130:37–45. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2020.06.014>.
- Shi H, Wang J, Vorvolakos K, White K, Duraiswamy N. Pre-clinical evaluation of surface coating performance in guidewire surrogates: Potential implications for coated interventional surgical devices. *J Biomed Appl*. 2020;34(7):928–941. <https://doi.org/10.1177/0885328219884453>.
- Lee MS, Shamouelian A, Dahodwala MQ. Coronary Artery Perforation Following Percutaneous Coronary Intervention. *J Invasive Cardiol*. 2016;28(3):122–131. Available at: <https://www.hmpgloballearningnetwork.com/site/jic/articles/coronary-artery-perforation-following-percutaneous-coronary-intervention>.

Вклад авторов:

Концепция статьи – Н.Ю. Семиголовский

Написание текста – Н.Ю. Семиголовский, Е.М. Никольская

Сбор и обработка материала – Н.Ю. Семиголовский, Е.М. Никольская, М.С. Мазуренко

Обзор литературы – Н.Ю. Семиголовский, С.О. Мазуренко

Перевод на английский язык – Н.Ю. Семиголовский, М.С. Мазуренко

Анализ материала – И.С. Симулис, С.О. Мазуренко

Редактирование – И.С. Симулис, С.О. Мазуренко

Утверждение окончательного варианта статьи – Н.Ю. Семиголовский, С.О. Мазуренко

Contribution of authors:

Concept of the article – Nikita Yu. Semigolovskii

Study concept and design – Nikita Yu. Semigolovskii

Text development – Nikita Yu. Semigolovskii, Elena M. Nikolskaya

Collection and processing of material – Nikita Yu. Semigolovskii, Elena M. Nikolskaya, Maria O. Mazurenko

Literature review – Nikita Yu. Semigolovskii, Sergey O. Mazurenko

Translation into English – Nikita Yu. Semigolovskii, Maria O. Mazurenko

Material analysis – Ionas S. Simutis, Sergey O. Mazurenko

Editing – Ionas S. Simutis, Sergey O. Mazurenko

Approval of the final version of the article – Nikita Yu. Semigolovskii, Sergey O. Mazurenko

Информация об авторах:

Семиголовский Никита Юрьевич, д.м.н., профессор кафедры пропедевтики внутренних болезней, Санкт-Петербургский государственный университет; 199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9; врач отделения реанимации и интенсивной терапии, Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л.Г. Соколова; 194291, Россия, Санкт-Петербург, проспект Культуры, д. 4; semigolovski@yandex.ru

Симулис Ионас Стасис, д.м.н., заведующий отделением реанимации и интенсивной терапии, врач – анестезиолог-реаниматолог, Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л.Г. Соколова; 194291, Россия, Санкт-Петербург, проспект Культуры, д. 4; доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии имени В.Л. Ваневского, Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова; 191015 Россия, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41; simutis@mail.ru

Мазуренко Сергей Олегович, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой пропедевтики внутренних болезней, Санкт-Петербургский государственный университет; 199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9; r_mazurenko@mail.ru

Никольская Елена Михайловна, рентгеноангиохирург, Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л.Г. Соколова; 194291, Россия, Санкт-Петербург, проспект Культуры, д. 4; egyptyanka@list.ru

Мазуренко Мария Сергеевна, студент, Санкт-Петербургский государственный университет; 199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9; mazurenko.maria@inbox.ru

Information about authors:

Nikita Yu. Semigolovskii, Dr. Sci. (Med.), Professor, Department of Propaedeutics of Internal Diseases, St Petersburg State University; 7/9, Universitetskaya Emb., St Petersburg, 199034, Russia; Doctor of the Department of Resuscitation and Intensive Care, North-Western District Scientific and Clinical Center named after L.G. Sokolov; 4, Kultury Ave., St Petersburg, 194291, Russia; semigolovski@yandex.ru

Ionas S. Simutis, Dr. Sci. (Med.), Head of the Department of Resuscitation and Intensive Care, Anesthesiologist-Resuscitator, North-Western District Scientific and Clinical Center named after L.G. Sokolov; 4, Kultury Ave., St Petersburg, 194291, Russia; Associate Professor of the Department of Anesthesiology and Intensive Care named after V.L. Vanevsky, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; 41, Kirochnaya St., St Petersburg, 191015, Russia; simutis@mail.ru

Sergey O. Mazurenko, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Propaedeutics of Internal Diseases, St Petersburg State University; 7/9, Universitetskaya Emb., St Petersburg, 199034, Russia; dr_mazurenko@mail.ru

Elena M. Nikolskaya, X-Ray Angiosurgeon, North-Western District Scientific and Clinical Center named after L.G. Sokolov; 4, Kultury Ave., St Petersburg, 194291, Russia; egyptyanka@list.ru

Maria O. Mazurenko, Student, St Petersburg State University; 7/9, Universitetskaya Emb., St Petersburg, 199034, Russia; mazurenko.maria@inbox.ru