



Учредитель
Общероссийская
общественная организация
**«Российское научное
общество специалистов
по рентгенэндоваскулярной
диагностике и лечению»**
www.endovascular.ru

Адрес: 119119, Москва,
Ленинский пр-т, 42, к. 1
Телефон: +7 (495) 938-73-87
E-mail: journal@endovascular.ru
info@endovascular.ru

Свидетельство о регистрации средства
массовой информации
П/И № ФС77-55413 от 17.09.2013 г.

Все права защищены.

Ни одна часть данного издания
не может быть воспроизведена или
использована в какой-либо форме,
включая электронную или какие-либо
иные способы воспроизведения
информации, без предварительного
письменного разрешения
правообладателя, за исключением
случаев краткого цитирования
в научных статьях

Редакция не несет ответственности
за содержание рекламных материалов

Ответственный секретарь
Стаферов А.В.

Зав. редакцией
Зазулин М.В.
Телефон: (499) 236-99-76
E-mail: mixail.zazuлин@yandex.ru

**Литературный редактор,
корректор**
Шишкова Э.В.

**Компьютерная верстка
и обработка графического
материала**
Тарасова М.А.

Номер подписан в печать 28.03.2024

Формат 60×88 1/8

Печ. л. 17,0

Усл. печ. л. 16,6

Уч.-изд. л. 13,8

Печать офсетная

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в НМИЦ ССХ
им. А.Н. Бакулева МЗ РФ
119049, Москва, Ленинский пр-т, 8
Тел.: 8 (499) 236-92-87

Подписной индекс
АО Агентство «Роспечать» 10809

Журнал индексируется:
Российский индекс
научного цитирования

ISSN 2409-4080



9 772409 408770 >

Эндоваскулярная хирургия
2024; 11 (1): 1–136

DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1

ЭНДОВАСКУЛЯРНАЯ ХИРУРГИЯ

Рецензируемый научно-практический журнал

Выходит один раз в три месяца

Основан в 2014 г.

DOI 10.24183/2409-4080

Журнал входит в перечень периодических научно-практических изданий,
выпускаемых в Российской Федерации,
в которых рекомендуется публикация основных результатов диссертаций
на соискание ученых степеней кандидата и доктора медицинских наук
по специальностям: 3.1.15 «Сердечно-сосудистая хирургия», 3.1.20 «Кардиология»

2024 • Т. 11 • № 1

Главный редактор

АЛЕКЯН Б.Г., академик РАН (Москва)

Зам. главного редактора

Абугов С.А., профессор (Москва)

Кавтеладзе З.А., профессор (Москва)

Протопопов А.В., профессор (Красноярск)

Ответственный секретарь

Стаферов А.В., кандидат мед. наук (Москва)

Редакционная коллегия

Ганюков В.И., доктор мед. наук (Кемерово)	Раймерс Б. (Милан, Италия)
Гранада Х.Ф. (Нью-Йорк, США)	Руденко Б.А., доктор мед. наук (Москва)
Кандыба Д.В. (Санкт-Петербург)	Самко А.Н., профессор (Москва)
Крестьянинов О.В., доктор мед. наук (Новосибирск)	Семитко С.П., доктор мед. наук (Москва)
Матчин Ю.Г., профессор (Москва)	Скрыпник Д.В., профессор (Москва)
Меркулов Е.В., доктор мед. наук (Москва)	Федорченко А.Н., доктор мед. наук (Краснодар)
Палеев Ф.Н., чл.-корр. РАН (Москва)	Хиджази З.М., профессор (Доха, Катар)
Петросян К.В., доктор мед. наук (Москва)	Чернявский М.А., доктор мед. наук (Санкт-Петербург)
Поляков Р.С., доктор мед. наук (Москва)	Читам Д.П., профессор (Колумбус, Огайо, США)
Пурсанов М.Г., доктор мед. наук (Москва)	

Редакционный совет

Акчурина Р.С., академик РАН (Москва)	Порханов В.А., академик РАН (Краснодар)
Белов Ю.В., академик РАН (Москва)	Прокубовский В.И., профессор (Москва)
Белозеров Г.Е., профессор (Москва)	Рабкин И.Х., чл.-корр. РАН (Бостон, США)
Бокерия Л.А., академик РАН (Москва)	Савченко А.П., профессор (Москва)
Борисова Н.А., профессор (Санкт-Петербург)	Сухов В.К., профессор (Санкт-Петербург)
Гавриленко А.В., академик РАН (Москва)	Хубулава Г.Г., академик РАН (Санкт-Петербург)
Голухова Е.З., академик РАН (Москва)	Честухин В.В., профессор (Москва)
Дземешкевич С.Л., профессор (Москва)	Шахов Б.Е., профессор (Нижний Новгород)
Затевахин И.И., академик РАН (Москва)	Шляхто Е.В., академик РАН (Санкт-Петербург)
Караськов А.М., академик РАН (Новосибирск)	Шнейдер Ю.А., профессор (Калининград)
Мазаев В.П., профессор (Москва)	Шпектор А.В., профессор (Москва)
Подзолков В.П., академик РАН (Москва)	



All-Russian Public Organization
**Russian Scientific Society
of Endovascular Diagnostic
and Treatment Specialists**

www.endovascular.ru

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, including electronic and/or otherwise, without the prior permission of the right owner, except a brief citation in scientific papers

We accept no responsibility for the content of advertising materials

Editorial Office

Leninskiy prospekt, 42-1,
Moscow, 119119, Russian Federation
Tel: +7 (495) 938-73-87
E-mail: journal@endovascular.ru
info@endovascular.ru

Printed in Bakoulev National
Medical Research Center
for Cardiovascular Surgery,
Leninskiy prospekt, 8, Moscow,
119049, Russian Federation

The journal is indexed:
Russian Science Citation Index

ISSN 2409-4080



Russian Journal of Endovascular Surgery
2024; 11 (1): 1–136
DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1

Russian Journal of Endovascular Surgery

Endovaskulyarnaya Khirurgiya

Peer-reviewed scientific and practical journal

Publication frequency: quarterly

Established in 2014

DOI: 10.24183/2409-4080

2024 • Vol. 11 • No. 1

Editor-in-Chief

ALEKYAN B.G., Academician of RAS (Moscow)

Deputy Editors

Abugov S.A., Professor (Moscow)

Kavteladze Z.A., Professor (Moscow)

Protopopov A.V., Professor (Krasnoyarsk)

Executive Secretary

Staferov A.V., PhD (Moscow)

Editorial Board

Cheatham J.P., Professor
(Columbus, Ohio, USA)

Chernyavskiy M.A., PhD (Saint Petersburg)

Fedorchenko A.N., PhD (Krasnodar)

Ganyukov V.I., PhD (Kemerovo)

Granada J.F. (New York, USA)

Hijazi Z.M., Professor (Doha, Qatar)

Kandyba D.V. (Saint Petersburg)

Krestyaninov O.V., PhD (Novosibirsk)

Matchin Yu.G., Professor (Moscow)

Merkulov E.V., PhD (Moscow)

Paleev F.N., Corresponding Member
of RAS (Moscow)

Petrosyan K.V., PhD (Moscow)

Polyakov R.S., PhD (Moscow)

Pursanov M.G., PhD (Moscow)

Reimers B. (Milan, Italy)

Rudenko B.A., PhD (Moscow)

Samko A.N., Professor (Moscow)

Semitko S.P., PhD (Moscow)

Skrypnik D.V., Professor (Moscow)

Advisory Board

Akchurin R.S., Academician of RAS (Moscow)

Belov Yu.V., Academician of RAS (Moscow)

Belozеров G.E., Professor (Moscow)

Bockeria L.A., Academician of RAS (Moscow)

Borisova N.A., Professor (Saint Petersburg)

Chestukhin V.V., Professor (Moscow)

Dzemeshevich S.L., Professor (Moscow)

Gavrilenko A.V., Academician of RAS (Moscow)

Golukhova E.Z., Academician of RAS (Moscow)

Karaskov A.M., Academician of RAS

(Novosibirsk)

Khubulava G.G., Academician of RAS

(Saint Petersburg)

Mazaev V.P., Professor (Moscow)

Podzolkov V.P., Academician of RAS (Moscow)

Porkhanov V.A., Academician of RAS
(Krasnodar)

Prokubovskiy V.I., Professor (Moscow)

Rabkin I.Kh., Corresponding Member of RAS
(Boston, USA)

Savchenko A.P., Professor (Moscow)

Shakhov B.E., Professor
(Nizhniy Novgorod)

Shlyakhto E.V., Academician of RAS
(Saint Petersburg)

Shneider Yu.A., Professor (Kaliningrad)

Shpektor A.V., Professor (Moscow)

Sukhov V.K., Professor (Saint Petersburg)

Zatevakhin I.I., Academician of RAS (Moscow)

Эндоваскулярная хирургия

«Эндоваскулярная хирургия» – ведущее научно-практическое периодическое издание в области рентгенэндоваскулярной диагностики и лечения, в котором публикуются лекции, обзоры, оригинальные статьи, клинические наблюдения, посвященные самым разным направлениям этой специальности, а также материалы по новым технологиям и дискуссионные статьи.

В состав редколлегии и редсовета входят академики и члены-корреспонденты РАН, профессора, ведущие зарубежные специалисты, представляющие как рентгенэндоваскулярную диагностику и лечение, так и сердечно-сосудистую хирургию и кардиологию, что делает журнал привлекательным изданием для практических врачей различных специальностей, ученых, преподавателей, аспирантов, ординаторов и студентов медицинских вузов.

Журнал предоставляет страницы для публикации материалов своих исследований не только опытным ученым и клиницистам, но и молодым специалистам, начинающим свою профессиональную деятельность, из всех регионов Российской Федерации, а также из-за рубежа. Он входит в перечень российских периодических научных изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией (ВАК) для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора медицинских наук.

Редакция журнала придерживается принципов и рекомендаций Ассоциации научных редакторов и издателей (АНРИ), Комитета по публикационной этике (COPE), Международного комитета редакторов медицинских журналов (ICMJE).

Индексируется в Российском индексе научного цитирования.

Выходит один раз в три месяца.

Публикация статей в журнале бесплатная.

Russian Journal of Endovascular Surgery (Endovaskulyarnaya Khirurgiya)

Russian Journal of Endovascular Surgery is a leading scientific and practical periodical in the field of endovascular diagnostics and treatment which publishes reviews, original articles, case reports dedicated to different areas of this specialty, as well as materials on new technologies and discussion articles.

The Editorial and Advisory Boards include Academicians, Corresponding Members of RAS, Professors, leading foreign specialists representing the endovascular diagnostics and treatment, as well as cardiovascular surgery and cardiology that makes the journal attractive for practitioners of different specialties, scientists, lecturers, medical students, graduate students, and residents.

The journal provides pages for the publication of research materials not only to experienced scientists and clinicians, but to young professionals as well, just starting out in their professional activities, from all regions of the Russian Federation, and from abroad. It is included in the list of peer-reviewed scientific journals recommended by the Higher Attestation Commission for the publication of basic results of candidate and doctoral theses.

The journal is following publishing and journal best practices of Association of Science Editors and Publishers (ASEP), Committee on Publication Ethics (COPE), International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE).

Indexed by Russian Science Citation Index.

Published quarterly.

Publication in the journal is free.

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

От главного редактора

5 From the Editor-in-Chief

Обзоры**Reviews**

Бессонов И.С., Кружилов И.С., Гаврилов А.В., Алесян Б.Г. Искусственный интеллект в рентгенэндоваскулярной хирургии ишемической болезни сердца: основные принципы и перспективы

7 **Bessonov I.S., Kruzhilov I.S., Gavrilov A.V., Alekyan B.G.** Artificial intelligence in interventional cardiology: basic principles and perspectives

Пурсанов М.Г. Бифуркационное стентирование легочных артерий у больных с врожденными пороками сердца (современное состояние вопроса)

17 **Pursanov M.G.** The current state of pulmonary artery bifurcation stenting in patients with congenital heart defects

Оригинальные статьи**Original articles**

Алесян Б.Г., Карапетян Н.Г., Навалиев Ю.М., Новак А.Я., Мелещенко Н.Н., Токмаков Е.В., Гёлециян Л.Г., Кныш Ю.Б., Галстян А.В., Антонян Х.В., Ревишвили А.Ш. Отдаленные двухлетние результаты чрескожных коронарных вмешательств у коморбидных пациентов с высоким хирургическим риском

32 **Alekyan B.G., Karapetyan N.G., Navaliev Yu.M., Novak A.Ya., Meleshenko N.N., Tokmakov E.V., Geletsyan L.G., Knysh Yu.B., Galstyan A.V., Antonyan Kh.V., Revishvili A.Sh.** The long-term results of percutaneous coronary interventions in high surgical risk comorbid patients

Костин А.В., Анисимов К.В., Осканов М.Б., Скрыпник Д.В. Сравнительная эффективность пункции дистальной лучевой артерии под ультразвуковым и пальпаторным контролем у пациентов с острым коронарным синдромом с подъемом сегмента ST

42 **Kostin A.V., Anisimov K.V., Oskanov M.B., Skrypnik D.V.** Comparison of ultrasound-guided and palpation-guided distal radial artery cannulation in patients with acute ST-elevation myocardial infarction

Шевченко Ю.Л., Ермаков Д.Ю., Вахрамеева А.Ю., Баранов А.В. Эндоваскулярная коррекция внутривенного рестеноза при помощи баллонных катетеров и стент-систем с лекарственным покрытием второго и третьего поколений у больных ишемической болезнью сердца

52 **Shevchenko Yu.L., Ermakov D.Yu., Vakhrameeva A.Yu., Baranov A.V.** Interventional correction of in-stent restenosis using balloon catheters and drug-eluting stent systems of the second and third generation in patients with coronary artery disease

Махачев О.А., Абасов Ф.Х., Османов О.А., Хаджилаев М.Х., Исалаев Р.И., Ураев А.М., Зайналбекова Д.З., Кебедев К.Ш. Ишемическая болезнь сердца при аномалиях отхождения коронарных артерий: опыт чрескожных коронарных вмешательств

63 **Makhachev O.A., Abasov F.Kh., Osmanov O.A., Khadzilaev M.Kh., Isalaev R.I., Uraev A.M., Zainalbekova D.Z., Kebedov K.Sh.** Ischemic heart disease with anomalies of coronary arteries origin: experience of percutaneous coronary interventions

Вильданов Т.Р., Плечев В.В., Чудновец Л.Г., Корепапова А.И., Загидулина М.С., Плечева Д.В., Бессмертных М.А., Сайфуллин Р.Р. Анализ предикторов и факторов риска возникновения ранней геморрагической трансформации после внутрисосудистой тромбэктомии у пациентов с острым ишемическим инсультом: многоцентровое ретроспективное исследование

71 **Vil'danov T.R., Plechev V.V., Chudnovets L.G., Korepanova A.I., Zagidulina M.S., Plecheva D.V., Bessmertnykh M.A., Sayfulin R.R.** Analysis of predictors and risk factors of early hemorrhagic transformation after intravascular thrombectomy in patients with acute ischemic stroke: a multicenter retrospective study

Ягунов Р.П., Коваленко Н.В., Мозговой П.В., Спиридонов Е.Г., Арутюнов Г.Г., Китаева А.В., Горбунов Д.Е., Михин И.В. Эндоваскулярный метод лечения опухолевого поражения почек при сопутствующей инвазии окружающих анатомических структур

80 **Yagupov R.P., Kovalenko N.V., Mozgovoy P.V., Spiridonov E.G., Arutyunov G.G., Kitaeva A.V., Gorbunov D.E., Mikhin I.V.** Endovascular method of treatment of tumor lesions of the kidneys with concomitant invasion of the liver and other anatomical structures

Клинические случаи**Case reports**

Власко Г.С., Карук М.В., Поляков Р.С., Пурецкий М.В., Марданян Г.В., Карамян Д.А., Сафонова В.М., Кур-ипа К.А., Чаргазия Ш.Г., Абугов С.А. Реверс-эндопротезирование в лечении аневризм внутренних подвздошных артерий

86 **Blasko G.S., Karuk M.V., Polyakov R.S., Puretskiy M.V., Mardanyan G.V., Karamyanyan D.A., Safonova V.M., Kur-ipa K.A., Chargaziya Sh.G., Abugov S.A.** Reverse endoprosthesis in the treatment of internal iliac arteries aneurysms

Гречишкин А.А., Майнгарт С.В., Федорченко А.Н., Порханов В.А. Применение моментального резерва кровотока у пациента после аортокоронарного шунтирования

94 **Grechishkin A.A., Mayngart S.V., Fedorchenko A.N., Porkhanov V.A.** Instantaneous wave-free ratio-guided treatment of a patient after coronary artery bypass grafting

Стаферов А.В., Абросимов А.В., Конев А.В., Кудряшов Д.А., Химий О.В., Стаферов А.А. Внутрисосудистая визуализация при выполнении реканализации хронических тотальных окклюзий с отсутствием культы

103 **Staferov A.V., Abrosimov A.V., Konev A.V., Kudryashov D.A., Khimiy O.V., Staferov A.A.** Intravascular visualisation in recanalization of chronic total occlusions with the blunt stump

Богров А.И., Майнгарт С.В., Гречишкин А.А., Федорченко А.Н., Порханов В.А. Успешное чрескожное коронарное вмешательство у пациента с ятрогенной аортокоронарной диссекцией ствола левой коронарной артерии

119 **Bogrov A.I., Mayngart S.V., Grechishkin A.A., Fedorchenko A.N., Porkhanov V.A.** Successful percutaneous coronary intervention of the patient with iatrogenic aorto-coronary dissection of the left coronary artery

Шаматовский А.Н., Гамзаев А.Б., Айвазьян С.А., Рязанов М.В., Шахов Е.Б., Болшухин Г.В. Трансвенная экстракция системы электростимуляции с плотносращенным эндокардиальным электродом у «хрупкой» коморбидной пациентки с гнойно-асептическими осложнениями

128 **Shamatolskiy A.N., Gamzaev A.B., Ayvazyan S.A., Ryazanov M.V., Shakhov E.B., Bolshukhin G.V.** Transvenous extraction of an electrostimulation system with a tightly coupled endocardial electrode in a "fragile" comorbid patient with purulent-aseptic complications

Юбилей**Anniversaries**

К 85-летию профессора А.П. Савченко

135 To the 85-years birthday anniversary of Professor A.P. Savchenko

От главного редактора

Уважаемые коллеги, друзья!

Представляем Вашему вниманию первый в 2024 г. номер нашего журнала «Эндоваскулярная хирургия», в котором традиционно представлены работы, посвященные наиболее интересным и актуальным вопросам эндоваскулярного лечения ишемической болезни сердца, сосудистой патологии, врожденных и приобретенных пороков сердца.

Открывает номер обзорная статья И.С. Бессонова, И.С. Кружилова, А.В. Гаврилова и Б.Г. Алекияна, в которой рассмотрены основные принципы и перспективы развития и применения искусственного интеллекта в эндоваскулярной хирургии ишемической болезни сердца. В работе представлено описание современных принципов функционирования технологий на основе искусственного интеллекта, приведены существующие и потенциальные сферы применения данных методов в рентгенэндоваскулярной хирургии ишемической болезни сердца, а также представлен анализ существующих ограничений, препятствующих широкому внедрению алгоритмов на основе искусственного интеллекта в клиническую практику. Обзорная работа М.Г. Пурсанова посвящена современному состоянию бифуркационного стентирования легочных артерий у больных с врожденными пороками сердца.

Раздел оригинальных статей открывает работа Б.Г. Алекияна с соавт., в которой приведен анализ отдаленных (двухлетних) результатов чрескожных коронарных вмешательств у коморбидных пациентов с высоким хирургическим риском. Продолжает раздел статья А.В. Костина с соавт., посвященная анализу сравнительной эффективности пункции дистальной лучевой артерии под ультразвуковым и пальпаторным контролем у пациентов с острым коронарным синдромом с элевацией сегмента ST. В статье Ю.Л. Шевченко с соавт. проанализированы результаты эндоваскулярной коррекции внутривентрикулярного рестеноза с применением баллонных катетеров



и стентов с лекарственным покрытием второго и третьего поколений. Работа О.А. Махачева с соавт. посвящена возможностям эндоваскулярного лечения больных ишемической болезнью сердца с аномалиями отхождения коронарных артерий. Оригинальная статья Т.Р. Вильданова с соавт. представляет результаты многоцентрового ретроспективного исследования предикторов и факторов риска развития ранней геморрагической трансформации после внутрисосудистой тромбэктомии у пациентов с острым ишемическим инсультом. Завершает раздел оригинальных статей работа Р.П. Ягупова с соавт., в которой проанализированы возможности эндоваскулярного лечения опухолевого поражения почек при сопутствующей инвазии окружающих анатомических структур.

Раздел клинических наблюдений открывает статья Г.С. Власко с соавт., в которой представлены краткий обзор литературы и примеры выполнения реверс-эндопротезирования в лечении аневризм внутренних подвздошных артерий. В следующей работе А.А. Гречишкина с соавт. рассматривается возможность измерения моментального резерва коронарного кровотока при проведении эндоваскулярного вмешательства у пациента после операции коронарного шунтирования. Статья А.В. Стаферова с соавт. посвящена возможностям внутрисосудистой визуализации при выполнении реканализации хро-

нических тотальных окклюзий со сложной морфологией – отсутствием культи. В работе А.И. Богрова с соавт. представлен клинический случай успешного чрескожного коронарного вмешательства у пациента с ятрогенной аортокоронарной диссекцией ствола левой коронарной артерии. Завершает первый номер нашего журнала статья А.Н. Шаматовского с соавт., в которой описано клиническое наблюдение трансвенозной экстракции системы электрокардиостимуляции с плотносращенным эндокардиальным электродом у коморбидной пациентки с гнойно-септическими осложнениями.

Шестого марта 2024 г. одному из ведущих специалистов страны в области рентгенэндо-

васкулярной хирургии, рентгенологии и радиологии, профессору Анатолию Петровичу Савченко исполняется 85 лет. Редакция журнала «Эндоваскулярная хирургия» сердечно поздравляет юбиляра от имени коллег, учеников и друзей, желает ему крепкого здоровья, новых успехов и достижений в научной, лечебной и просветительской деятельности.

Мы уверены, что представленные в первом номере нашего журнала за 2024 г. статьи будут полезны Вам в клинической работе и приглашаем Вас к дальнейшему сотрудничеству, цель которого – профессиональный рост и развитие, от которых напрямую зависит повышение качества оказания медицинской помощи нашим пациентам.

Главный редактор журнала
«Эндоваскулярная хирургия»
академик РАН Б.Г. Алесян

Обзоры

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.12-008.46-089.819.5

Искусственный интеллект в рентгенэндоваскулярной хирургии ишемической болезни сердца: основные принципы и перспективы**И.С. Бессонов¹, И.С. Кружилов², А.В. Гаврилов^{3,4}, Б.Г. Алекия⁵**¹ Тюменский кардиологический научный центр, ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», Томск, Российская Федерация² Лаборатория искусственного интеллекта, ПАО «Сбербанк», Москва, Российская Федерация³ ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва, Российская Федерация⁴ ООО «Гаммамед-Софт», Москва, Российская Федерация⁵ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России, Москва, Российская Федерация**Бессонов Иван Сергеевич**, канд. мед. наук, заведующий лабораторией рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0003-0578-5962, e-mail: IvanBessnv@gmail.com**Кружилов Иван Сергеевич**, канд. тех. наук, руководитель направления по исследованию данных; orcid.org/0000-0003-1220-744X**Гаврилов Андрей Васильевич**, канд. тех. наук, заведующий лабораторией медицинских компьютерных систем; orcid.org/0000-0002-7838-584X**Алекия Баграт Гегамович**, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, заместитель директора по науке; orcid.org/0000-0001-6509-566X**Резюме**

В настоящем обзоре описаны современные принципы функционирования технологий на основе искусственного интеллекта. Названы существующие и потенциальные сферы применения данных методов в рентгенэндоваскулярной хирургии ишемической болезни сердца. Приводится анализ существующих ограничений, препятствующих широкому внедрению алгоритмов на основе искусственного интеллекта в клиническую практику.

Ключевые слова: рентгенэндоваскулярная хирургия, рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение, ишемическая болезнь сердца, искусственный интеллект, машинное обучение

Для цитирования: Бессонов И.С., Кружилов И.С., Гаврилов А.В., Алекия Б.Г. Искусственный интеллект в рентгенэндоваскулярной хирургии ишемической болезни сердца: основные принципы и перспективы. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (1): 7–16. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-7-16

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 19.01.2024
Принята к печати 21.02.2024**Artificial intelligence in interventional cardiology: basic principles and perspectives****I.S. Bessonov¹, I.S. Kruzilov², A.V. Gavrilov^{3,4}, B.G. Alekian⁵**¹ Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Science, Tomsk, Russian Federation² Sber AI Lab, Moscow, Russian Federation³ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation⁴ Gammamed-Soft, Limited Liability Company, Moscow, Russian Federation⁵ National Medical Research Center of Surgery named after A. Vishnevsky, Moscow, Russian Federation**Ivan S. Bessonov**, Cand. Med. Sci., Head of the Laboratory of X-ray Endovascular Diagnostic and Treatment Methods; orcid.org/0000-0003-0578-5962, e-mail: IvanBessnv@gmail.com**Ivan S. Kruzilov**, Cand. Tech. Sci., Head of Data Research; orcid.org/0000-0003-1220-744X**Andrey V. Gavrilov**, Cand. Tech. Sci., Head of the Laboratory of Medical Computer Systems; orcid.org/0000-0002-7838-584X

Bagrat G. Alekyan, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of RAS, Deputy Director for Science;
orcid.org/0000-0001-6509-566X

Abstract

This review provides a description of modern operating principles of technologies based on artificial intelligence. The existing and potential areas of application of these methods endovascular surgery of coronary heart disease are presented. An analysis of existing limitations that prevent the widespread implementation of algorithms based on artificial intelligence in clinical practice is provided.

Keywords: endovascular surgery, endovascular diagnosis and treatment, coronary heart disease, artificial intelligence, machine learning

For citation: Bessonov I.S., Kruzhirov I.S., Gavrilov A.V., Alekyan B.G. Artificial intelligence in interventional cardiology: basic principles and perspectives. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (1): 7–16 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-7-16

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

Received January 19, 2024
Accepted February 21, 2024

Введение

Рентгенэндоваскулярная хирургия является одной из наиболее динамично развивающихся областей медицины. В последние десятилетия специальность обогатилась целым рядом важных достижений, связанных с внедрением в клиническую практику высокотехнологичных и инновационных методов лечения широкого спектра заболеваний. Рентгенэндоваскулярный подход полностью изменил парадигму лечения ишемической болезни сердца (ИБС), значительно повысив ее эффективность. К наиболее значимым достижениям следует отнести использование инвазивной стратегии реперфузии в лечении острого инфаркта миокарда, повсеместное внедрение которой ассоциировалось с трехкратным снижением летальности по сравнению с тромболитической терапией, а также увеличение доступности реваскуляризации миокарда при хронической ИБС [1–3]. В 2022 г. в России в 362 центрах было выполнено 298 671 чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) при острой и хронической формах ИБС [2]. Это более чем в 10 раз превышает количество операций коронарного шунтирования [3].

В последние несколько лет технологии искусственного интеллекта (ИИ) стали широко распространенными как в повседневной жизни, так и в здравоохранении. Под искусственным интеллектом понимается система алгоритмов, которая способна выполнять задачи, требующие человеческих интеллектуальных усилий. К ним относятся распознавание образов, обучение, рассуждение, принятие решений, а также возможность самокоррекции

[4]. По прогнозам экспертов, широкое внедрение систем ИИ в здравоохранении позволит кардинально изменить существующие подходы к оказанию медицинской помощи [5]. Современные возможности ИИ могут значительно ускорить и усилить существующие подходы, применяемые в рентгенэндоваскулярной хирургии. Это может проявиться в снижении шума (разброса мнений) при интерпретации изображений, прогнозировании клинических исходов, более качественном планировании и выполнении операций, что в конечном счете отразится на улучшении клинических результатов. Несмотря на то что рентгенэндоваскулярная хирургия является одной из наиболее наукоемких областей медицины и находится на переднем крае технического прогресса, к сожалению, ее пока сложно назвать пионером в области внедрения ИИ [6]. Определенный оптимизм внушает тот факт, что многие практикующие специалисты осознают необходимость развития этих технологий и готовы положительно воспринять изменения, связанные с их внедрением в клиническую практику. Особенно важно подчеркнуть, что современным специалистам по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению необходимы базовые знания и понимание алгоритмов работы методов на основе ИИ, поскольку инициативы в разработке этих алгоритмов должны исходить именно от них.

Целью данной публикации является представление основных принципов функционирования технологий на основе ИИ, а также освещение существующих и потенциальных сфер их применения в рентгенэндоваскулярной хирургии при ИБС.

Базовые понятия и принципы использования искусственного интеллекта в медицине

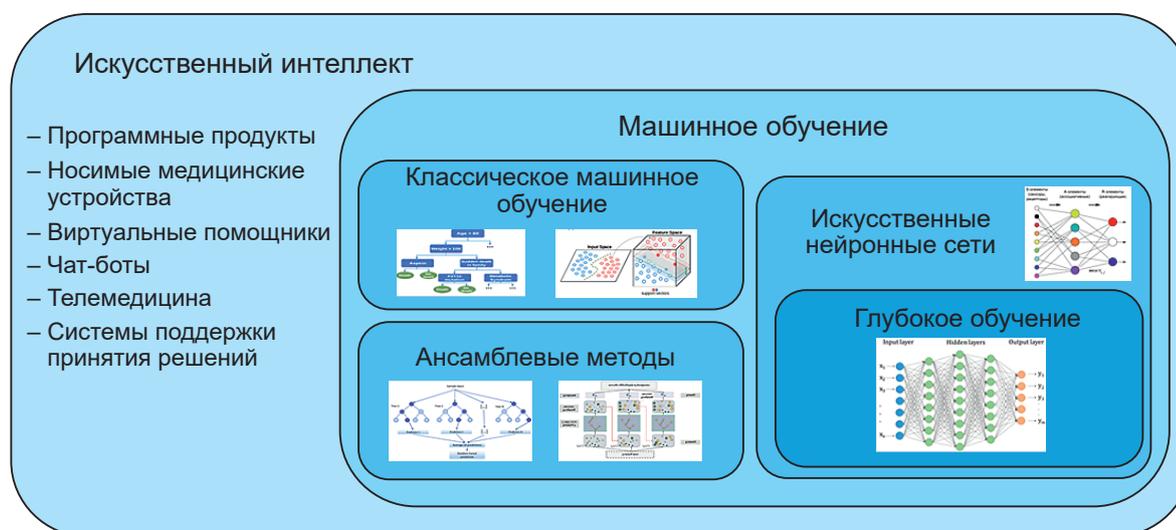
Искусственный интеллект – общий термин, охватывающий разнообразные методы создания компьютерных систем, способных выполнять задачи, требующие интеллектуальных усилий. В медицине к термину «искусственный интеллект» добавляются не только программные продукты, созданные с применением методов машинного обучения, но также разработки в области робототехники, носимых медицинских устройств, систем поддержки принятия решений, телемедицины и виртуальных консультаций. Важно отметить, что многие из упомянутых технологий могут взаимодействовать, переплетаться и включать в себя методы машинного обучения в различных комбинациях (см. рисунок).

Большинство методик искусственного интеллекта основаны на принципах машинного обучения, представляющего собой обширное направление научных исследований, целью которого является разработка алгоритмов и статистических моделей для автоматизированного выполнения задач без четко заданных инструкций. Алгоритмы машинного обучения проводят анализ обширных объемов данных с целью выявления закономерностей. Основопологающей концепцией машинного обучения является существование математической зависимости между различными комбинациями входных и выходных данных.

Важно отметить, что модель машинного обучения, начиная свою работу, не осведомлена о существующей связи, однако способна выявить ее при наличии достаточного объема обучающих данных.

В медицинской практике применяются различные методы машинного обучения. Среди них выделяются такие классические подходы, как деревья решений, метод опорных векторов, линейная регрессия и др. Также используются ансамблевые методы, включая беггинг (метод случайного леса) и бустинг (LogitBoost, XGBoost), искусственные нейронные сети.

Следует отметить, что искусственные нейронные сети считаются универсальным и наиболее точным методом машинного обучения, однако для их применения зачастую требуются значительные вычислительные ресурсы. В настоящее время под искусственными нейронными сетями практически всегда подразумевается глубокое обучение. Термин «глубокое» относится к использованию структур нейронных сетей, состоящих из множества слоев, которые могут обучаться для представления данных на разных уровнях абстракции. Исследования, базирующиеся на принципах глубокого обучения, могут автоматически выявлять важные признаки из данных без предварительного их программирования. Именно благодаря использованию методов глубокого обучения на основе многослойных искусственных нейронных сетей был достигнут значительный прогресс в области распознавания речи, компьютерного зрения и генерации изображений.



Концептуальная схема, представляющая взаимосвязь между термином «искусственный интеллект», методами машинного обучения, искусственными нейронными сетями и глубоким обучением

Алгоритмы машинного обучения классифицируются на несколько основных типов в зависимости от характера обучающих данных и задач, которые они решают. Выделяют обучение с учителем (Supervised Learning), обучение без учителя (Unsupervised Learning), обучение с частичным привлечением учителя (Semi-Supervised Learning), обучение с подкреплением (Reinforcement Learning).

При обучении с учителем (Supervised Learning) модель учится на предварительно размеченных данных, где каждый пример обучающего набора состоит из пары входных данных и соответствующего выходного значения (метки). Суть заключается в том, чтобы модель могла выучить отображение между входами и выходами на основе предоставленных примеров.

При обучении без учителя (Unsupervised Learning) модель учится на неразмеченных данных, без предоставления явных пар входных данных и соответствующих выходных меток. Основной задачей выступает выявление внутренних закономерностей, структуры или шаблонов в данных без предварительного обучения на примерах. Важной характеристикой этого типа обучения является способность модели к самостоятельному выделению схожих или связанных образов в данных.

При обучении с частичным привлечением учителя (Semi-Supervised Learning) модель обучается на наборе данных, включающем как размеченные, так и неразмеченные образцы. Этот подход представляет собой гибрид между обучением с учителем, где модель обучается на полностью размеченных данных, и обучением без учителя, где модель сталкивается с неразмеченными данными и стремится выявить внутренние закономерности.

При обучении с подкреплением (Reinforcement Learning) модель учится взаимодействовать с окружающей средой с целью максимизации некоторой награды. Следует отметить, что этот тип обучения практически не применяется в медицине.

Применение технологий на основе искусственного интеллекта в рентгенэндоваскулярной хирургии ишемической болезни сердца

Технологии искусственного интеллекта могут играть важную роль в процессе диагностики, проведении ЧКВ, а также в прогно-

зировании результатов лечения у пациентов с острыми и хроническими формами ИБС.

Ранняя диагностика при остром коронарном синдроме

В лечении пациентов с острым инфарктом миокарда важным направлением является сокращение общего времени ишемии миокарда. В достижении этой цели могут помочь технологии искусственного интеллекта. На основе искусственных нейронных сетей была разработана методология, позволяющая сократить время диагностики острого коронарного синдрома (ОКС) в приемном отделении. Учитывая демографические, клинические, лабораторные и инструментальные данные, разработанный алгоритм показал диагностическую точность в определении ОКС на уровне 85,7% (чувствительность 86,3% и специфичность 93%) [7]. Аналогичные результаты были получены в другом исследовании, где с использованием методов машинного обучения были проанализированы 20 характеристик, релевантных для ОКС. В результате был разработан алгоритм прогнозирования необходимости реваскуляризации у пациентов с ОКС на ранних стадиях [8]. В результате метаанализа, включающего 10 исследований, было показано, что модели на основе машинного обучения более точно интерпретируют электрокардиограммы при ОКС по сравнению с врачами и традиционными компьютеризированными системами [9].

Приведенные примеры показывают, что методы машинного обучения обладают потенциалом для улучшения диагностики ОКС и могут стать важным инструментом для ранней и точной идентификации данного состояния, сокращая время до проведения реваскуляризации.

Прогнозирование осложнений чрескожных коронарных вмешательств

Не менее важным является использование технологий на основе искусственного интеллекта для прогнозирования осложнений ЧКВ, что особенно актуально для пациентов с острым коронарным синдромом. Известно, что при проведении ЧКВ у пациентов с острым инфарктом, несмотря на успешное восстановление коронарного кровотока, достичь оптимальных показателей перфузии миокарда не всегда удается. Это связано с развитием

феномена «no-reflow», который по данным высокочувствительных диагностических методик может определяться в большом числе случаев (до 50%). Ангиографически «no-reflow» диагностируется реже, однако при любом сценарии развитие этого патологического состояния характеризуется неблагоприятным прогнозом. С целью оценки риска развития феномена «no-reflow» были предприняты попытки использования различных методов машинного обучения. Следует отметить, что применение искусственных нейронных сетей для этой задачи характеризовалось невысокими показателями диагностической точности [10, 11]. В исследовании L. Deng et al. для прогнозирования развития феномена «no-reflow» применялись 4 различных алгоритма (метод случайного леса, дерево решений (СТREE), метод опорных векторов, искусственная нейронная сеть). Из предложенных алгоритмов метод случайного леса обладал оптимальной дискриминационной способностью в отношении прогнозирования этого осложнения (площадь под кривой AUC 0,79; 95% доверительный интервал (ДИ) 0,71–0,87) [11].

С целью прогнозирования возможных осложнений после ЧКВ в модели, основанной на данных Национального кардиоваскулярного регистра ЧКВ США (NCDR CathPCI), были проанализированы результаты лечения 28 005 пациентов. С использованием искусственной нейронной сети (многослойный перцептрон) был разработан алгоритм, позволяющий прогнозировать четыре неблагоприятных исхода: острое повреждение почек, инсульт, кровотечение, смерть. Наилучшая прогностическая точность была достигнута в отношении летального исхода (90,3%), точность прогнозирования возможных кровотечений составила 86,5%, острого повреждения почек – 77,9%. Однако разработанный алгоритм не обладал достаточной точностью при прогнозировании инсульта [12].

Повышение диагностической точности при использовании неинвазивных методов диагностики

Важным применением технологий на основе искусственного интеллекта является повышение эффективности диагностических методик. Изначально технологии с использованием машинного обучения получили широкое распространение при неинвазивной диа-

гностике коронарного атеросклероза. Были разработаны подходы к автоматической сегментации и детекции стенозов коронарных артерий по данным компьютерно-томографической (КТ) ангиографии [13]. Также были реализованы алгоритмы, позволяющие определять значение фракционного резерва кровотока (ФРК) по результатам КТ-ангиографии (КТ-ФРК) [14]. Ряд клинических исследований подтвердил, что проведение стентирования коронарных артерий на основе ФРК, определенного с использованием методов машинного обучения по данным КТ-ангиографии, характеризовалось сопоставимой клинической эффективностью по сравнению с традиционным подходом, при котором ЧКВ выполнялось на основе данных инвазивной коронароангиографии (КАГ) [15, 16]. Кроме того, результаты исследований продемонстрировали значительное сокращение количества инвазивных КАГ в группе, где выполнялась КТ-ФРК-ангиография. В ряде исследований было показано, что использование КТ-ФРК позволяет не только принимать решение о необходимости проведения реваскуляризации, но и прогнозировать развитие основных неблагоприятных событий (МАСЕ) после ЧКВ [17].

Инвазивные методы диагностики. Коронароангиография

Исследователями описано большое количество разработок, посвященных анализу коронароангиограмм с использованием методов машинного обучения. Так, удалось решить задачи по автоматической сегментации коронарных артерий [18], определению типа коронарного кровообращения [19], выявлению коронарных стенозов [20], а также расчету процента стеноза [21].

Особенно важным представляется использование методов машинного обучения для моделирования ФРК по результатам КАГ. Недавно был реализован программный продукт (AutocathFFR, MedHub Ltd., Израиль), разработанный на основе сверточных нейронных сетей и позволяющий в режиме реального времени определять значение ФРК по видеоизображениям коронароангиографии [22]. По данным проведенного исследования, диагностическая точность AutocathFFR составила 94% (площадь под кривой AUC 0,93; 95% ДИ 0,88–0,97) при использовании инвазивного ФРК в качестве референсного

метода. Важно отметить, что традиционно для определения ФРК по данным коронароангиографии используется расчет показателя QFR (Quantitative Flow Ratio, количественный коэффициент кровотока). Он определялся на основе построения 3D-модели коронарного русла с последующим использованием методов вычислительной гидродинамики, что является времязатратным процессом [23]. При использовании методов машинного обучения удалось не только увеличить диагностическую точность определения, но и повысить скорость процесса. Так, среднее время одного измерения составило 37,5 с, кроме того, в 89% случаев система автоматически детектировала стеноз, где было необходимо выполнить измерение ФРК [22].

Внутрисосудистые методы визуализации

Методы машинного обучения нашли широкое применение в анализе изображений, полученных при использовании внутрисосудистых методов визуализации, таких как оптическая когерентная томография (ОКТ) и внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ).

На основе комбинации различных методов машинного обучения (сверточная нейронная сеть, метод случайного леса) были разработаны алгоритмы для автоматической детекции атеросклеротических бляшек по данным ОКТ [24]. Также были представлены методы, позволяющие автоматически анализировать структуру атеросклеротических бляшек [25], детектировать и выявлять особенности фиброзной капсулы [26]. Были разработаны инструменты, позволяющие прогнозировать увеличение толщины фиброзной капсулы у отдельных пациентов по данным ОКТ при использовании высоких доз статинов (розувастатин 40 мг) [27]. Была представлена разработка по автоматическому обнаружению «уязвимых» атеросклеротических бляшек (vulnerable plaque) [28]. Задача выявления кальцинированных поражений по данным ОКТ также была успешно решена с использованием искусственных нейронных сетей [29]. Кроме того, с применением машинного обучения удалось разработать алгоритм, позволяющий анализировать структуру кальцинированного поражения и прогнозировать риск недораскрытия стента [30]. С использованием характеристик атеросклеротического поражения по результатам анализа ОКТ-изображения был предложен алгоритм

прогнозирования развития неоатеросклероза в имплантированном стенте [31]. В исследовании на основе сверточной нейронной сети (U-Net) был представлен алгоритм, позволяющий автоматически детектировать наличие эрозии покрышки атеросклеротической бляшки у пациентов с острым коронарным синдромом [32].

На основе методов машинного обучения были представлены многочисленные разработки для анализа изображений внутрисосудистого ультразвукового исследования. Общей особенностью таких систем является значительное сокращение времени по сравнению с ручным анализом каждого изображения (фрейма). С использованием сверточной нейронной сети (EfficientNet) был разработан алгоритм для определения гипоехогенных, гиперэхогенных, а также кальцинированных атеросклеротических бляшек. Диагностическая точность разработанного алгоритма при определении различных типов атеросклеротических бляшек составляла более 90% (от 93% для гипоехогенных до 96% для кальцинированных) [33]. Было показано, что результаты анализа фреймов ВСУЗИ с использованием алгоритмов машинного обучения сопоставимы с результатами анализа, проведенного отдельными экспертами, а также с результатами, полученными при работе специализированных центральных лабораторий (Core Lab) [34].

Анализ морфологических характеристик атеросклеротической бляшки по данным ВСУЗИ с использованием алгоритмов машинного обучения позволил прогнозировать развитие перипроцедурального инфаркта миокарда [35].

Определение функциональной значимости коронарных стенозов на основе методов внутрисосудистой визуализации

Рядом исследователей была изучена возможность совмещения функциональной оценки атеросклеротического поражения и его морфологических характеристик, полученных по данным внутрисосудистых методов визуализации [36]. Для этого на основе методов машинного обучения была разработана методика определения ФРК по результатам реконструкции ОКТ-изображений [37]. Диагностическая точность разработанного алгоритма в определении гемодинамической значимости погра-

нических стенозов (ФРК менее 0,8) составила 83,2% (площадь под кривой AUC 0,912).

Для возможности оценить значение ФРК по результатам ВСУЗИ было предложено несколько решений. Некоторые исследователи использовали для этого методы вычислительной гидродинамики [38], в ряде случаев применялись методы машинного обучения [39] либо комбинации этих подходов [40]. В исследовании J.G. Lee et al. для прогнозирования значения ФРК по результатам ВСУЗИ использовалось 5 различных методов машинного обучения (L2 penalized logistic regression, artificial neural network, random forest AdaBoost, CatBoost, support vector machine.). Следует отметить, что все предложенные методики показали сопоставимую эффективность. При исключении поражений с пограничным значением инвазивного ФРК (0,75–0,80) диагностическая точность алгоритмов составила от 85 до 87%. При этом точность снижалась при добавлении пациентов с пограничным значением инвазивного ФРК и составила 80–83% [39]. Наиболее примечательным представляется решение на основе комбинации методов машинного обучения и вычислительной гидродинамики. Так, в работе D. Yong et al. для реконструкции коронарной артерии по изображению ВСУЗИ применялась генеративно-состязательная нейросеть (GAN) и уже в последующем, с учетом гидродинамических законов в зоне бифуркации, выполнялось компьютерное моделирование кровотока [40]. Результаты комплексного подхода позволили достичь высокого показателя прогностической точности в определении гемодинамически значимых стенозов, который составил 90,7% (95% ДИ 83,6–95,5), при чувствительности 89,7% и специфичности 92%.

Использование технологий на основе искусственного интеллекта при проведении чрескожных коронарных вмешательств

Технологии на основе искусственного интеллекта успешно находят свое применение не только в прогнозировании клинических исходов, повышении точности диагностики и упрощении диагностических процессов, но также при выполнении чрескожных коронарных вмешательств. J.P. Howard et al. реализовали одномерную сверточную нейронную сеть для автоматического анализа кривой артериального давления [41]. Разработанный

алгоритм позволяет в режиме реального времени мониторировать кривую артериального давления и выявлять изменения, характерные для заклинивания направляющего катетера, с диагностической точностью 99,4%.

На основе методов машинного обучения с использованием облачной платформы группой авторов был разработан алгоритм для планирования ЧКВ. В рамках алгоритма предусмотрена автоматическая 3D-реконструкция коронарных артерий по данным коронароангиограммы с последующим прогнозированием значений ФРК – после стентирования. При этом моделируются различные варианты проведения стентирования, после чего данные симуляций передаются рентгенэндоваскулярному хирургу через облачную платформу для принятия окончательного решения [42]. В настоящее время предложенный алгоритм проходит апробацию в пилотном клиническом исследовании.

В исследовании японских авторов было предложено решение по использованию машинного обучения (XGBoost) в прогнозировании технического успеха выполнения ЧКВ у пациентов с хроническими окклюзиями коронарных артерий. Предложенный алгоритм характеризовался более высокой точностью по сравнению с традиционно используемыми в клинической практике прогностическими шкалами, такими как J-СТО, CL, CASTLE [43].

Ограничения, связанные с внедрением методов на основе искусственного интеллекта в клиническую практику

Несмотря на впечатляющие результаты ряда исследований, описанных в предыдущих разделах настоящего обзора, внедрение методов на основе искусственного интеллекта в клиническую практику имеет ряд ограничений. Перед внедрением в клиническую практику крайне важно проводить обширную внешнюю валидацию алгоритмов на нескольких наборах данных (в том числе зарегистрированных на приборах разных фирм-производителей) для подтверждения их надежности. Кроме того, все разработанные технологии на основе искусственного интеллекта необходимо апробировать в клинических исследованиях, где должны быть доказаны их эффективность и безопасность [44]. После того как будет показана результативность новой

технологии, необходимо осуществлять постоянный мониторинг ее качества для поддержания точности прогнозов и устойчивости производительности с течением времени. Этот процесс предполагает регулярный анализ отзывов экспертов в соответствующей предметной области.

Важным условием корректного использования технологий на основе искусственного интеллекта является качество исходных данных, на которых проводилось обучение [45]. Неполное либо недостаточно точное описание исходных данных может привести к недообучению или переобучению модели.

Еще одной нерешенной проблемой, связанной с применением методов машинного обучения в медицине, является недостаточная интерпретируемость принимаемых алгоритмом решений. В рамках машинного обучения широко используется метафорическое выражение «черный ящик» (black box), подчеркивающее, что модели способны сформировать точные прогнозы, но не предоставляют понимания процесса принятия решений [46].

В области здравоохранения, где применяются методы машинного обучения, возникает целый ряд нерешенных этических вопросов. К сожалению, существующая нормативная база в Российской Федерации не предусматривает регулирования многих аспектов использования данных пациентов для разработки алгоритмов машинного обучения. Основным из них является корректное обращение с персональными данными пациентов. Проблема баланса между требованиями по защите персональных данных и необходимостью их использования для обучения систем искусственного интеллекта представляет собой одну из важных проблем в области правового регулирования искусственного интеллекта, не имеющих решения [47].

Также одна из проблем машинного обучения – это дискриминация, которая может быть заложена в алгоритмы, принимающие автоматизированные решения на программном уровне. При этом сложность представляет то, что элементы дискриминации изначально очень трудно обнаружить [48]. Иллюстрацией проявления дискриминации может служить отказ страховых компаний заключать договор с пациентами, у которых неблагоприятный прогноз заболевания и высокая вероятность обращения за дорогостоящей медицинской помощью.

Заключение

В последние годы технологии ИИ в здравоохранении привели к значительному изменению парадигмы диагностики и лечения многих заболеваний. Они активно развиваются и интегрируются в различные области медицины, включая рентгенэндоваскулярную хирургию. Разработанные методы уже ныне позволяют значительно улучшить существующие подходы к диагностике и рентгенэндоваскулярному лечению ИБС. При этом важно осознавать, что активное внедрение методов искусственного интеллекта в медицину началось всего несколько лет назад, и данной технологии, вероятно, предстоит пройти еще значительный путь до достижения своей технологической зрелости.

Литература/References

1. Keeley E.C., Boura J.A., Grines C.L. Primary angioplasty versus intravenous thrombolytic therapy for acute myocardial infarction: a quantitative review of 23 randomised trials. *Lancet*. 2003; 361 (9351): 13–20. DOI: 10.1016/S0140-6736(03)12113-7
2. Алекаян Б.Г., Григорьян А.М., Стаферов А.В., Карапетян Н.Г. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации – 2022 год. *Эндоваскулярная хирургия*. 2023; 10 (Специальный выпуск): S5–S256. DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10S-S5-S256
Alekyan B.G., Grigor'yan A.M., Staferov A.V., Karapetyan N.G. Endovascular diagnostics and treatment in the Russian Federation – 2022. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2023; 10 (Special Issue): S5–S256 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10S-S5-S256
3. Бокерия Л.А., Милюевская Е.Б., Прынишников В.В., Юрлов И.А., Кудзоева З.Ф. Сердечно-сосудистая хирургия – 2021. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения. М.; 2022.
Bockeria L.A., Milievskaia E.B., Pryanishnikov V.V., Yurlov I.A., Kudzoeva Z.F. Cardiovascular surgery – 2021. Diseases and congenital anomalies of the circulatory system. Moscow; 2022 (in Russ.).
4. Saghiri A.M., Vahidipour S.M., Jabbarpour M.R., Sookhak M., Forestiero A. A survey of artificial intelligence challenges: Analyzing the definitions, relationships, and evolutions. *Appl. Sci*. 2022; 12 (8): 40–54. DOI: 10.3390/app12084054
5. He J., Baxter S.L., Xu J., Xu J., Zhou X., Zhang K. et al. The practical implementation of artificial intelligence technologies in medicine. *Nature Med*. 2019; 25 (1): 30–36. DOI: 10.3390/app12084054.
6. Koo B.K., Samady H. Strap in for the artificial intelligence revolution in interventional cardiology. *Cardiovasc. Interv*. 2019; 12 (14): 1325–1327. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.119.008050
7. Emakhu J., Monplaisir L., Aguwa C., Arslanturk S., Masoud S., Nassereddine H. et al. Acute coronary syndrome prediction in emergency care: a machine

- learning approach. *Comput. Methods Programs Biomed.* 2022; 225: 107080. DOI: 10.1016/j.cmpb.2022.107080
8. Noh Y.K., Park J.Y., Choi B.G., Kim K.E., Rha S.W. A machine learning-based approach for the prediction of acute coronary syndrome requiring revascularization. *J. Med. Syst.* 2019; 43: 253. DOI: 10.1007/s10916-019-1359-5
 9. Zworth M., Kareemi H., Boroumand S., Sikora L., Stiell I., Yadav K. Machine learning for the diagnosis of acute coronary syndrome using a 12-lead ECG: a systematic review. *Can. J. Emerg. Med.* 2023; 25: 818–827. DOI: 10.1007/s43678-023-00572-5
 10. Фролов А.А., Починка И.Г., Шахов Б.Е., Мухин А.С., Фролов И.А., Баринаева М.К. и др. Использование искусственной нейронной сети для прогнозирования развития коронарной микрососудистой обструкции (феномена no-reflow) в ходе выполнения чрескожных коронарных вмешательств у пациентов с инфарктом миокарда. *Современные технологии в медицине.* 2021; 13 (6): 6–14. DOI: 10.17691/stm2021.13.6.01
 - Frolov A.A., Pochinka I.G., Shakhov B.E., Mukhin A.S., Frolov I.A., Barinova M.K. et al. Using an artificial neural network to predict coronary microvascular obstruction (no-reflow phenomenon) during percutaneous coronary interventions in patients with myocardial infarction. *Modern Technologies in Medicine.* 2021; 13(6): 6–14 (in Russ.). DOI: 10.17691/stm2021.13.6.01
 11. Deng L., Zhao X., Su X., Zhou M., Huang D., Zeng X. Machine learning to predict no reflow and in-hospital mortality in patients with ST-segment elevation myocardial infarction that underwent primary percutaneous coronary intervention. *BMC Med. Inform. Decision Making.* 2022; 22: 109. DOI: 10.1186/s12911-022-01853-2
 12. Kulkarni H., Amin A.P. Artificial intelligence in percutaneous coronary intervention: improved prediction of PCI-related complications using an artificial neural network. *BMJ Innov.* 2021. DOI: 10.1101/2020.08.17.20177055
 13. Alothman A.F., Sait A.R.W., Alhussain T.A. Detecting coronary artery disease from computed tomography images using a deep learning technique. *Diagnostics.* 2022; 12 (9): 2073. DOI: 10.3390/diagnostics12092073
 14. Yang F., Shi K., Chen Y., Yin Y., Zhao Y., Zhang T. Effect of 320-row computed tomography acquisition technology on coronary computed tomography angiography – derived fractional flow reserve based on machine learning: systolic and diastolic scan acquisition. *J. Comp. Assist. Tomography.* 2023; 47 (2): 205–211. DOI: 10.1097/RCT.0000000000001423
 15. Yang J., Shan D., Wang X., Sun X., Shao M., Wang K. et al. TARGET Investigators. On-site computed tomography-derived fractional flow reserve to guide management of patients with stable coronary artery disease: The TARGET Randomized Trial. *Circulation.* 2023; 147 (18): 1369–1381. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.123.063996
 16. Liu X., Mo X., Zhang H., Yang G., Shi C., Hau W.K. A 2-year investigation of the impact of the computed tomography – derived fractional flow reserve calculated using a deep learning algorithm on routine decision-making for coronary artery disease management. *Eur. Radiol.* 2021; 31: 7039–7046. DOI: 10.1007/s00330-021-07771-7
 17. Wada S., Iwanaga Y., Nakai M., Nakao Y.M., Miyamoto Y., Noguchiet T. et al. Combination of coronary CT angiography, FFRCT, and risk factors in the prediction of major adverse cardiovascular events in patients suspected CAD. *Clin. Cardiol.* 2023; 46 (5): 494–501. DOI: 10.1002/clc.23989
 18. Nobre Menezes M., Silva J.L., Silva B., Rodrigues T., Guerreiro C., Guedes J.P. et al. Coronary X-ray angiography segmentation using artificial intelligence: a multicentric validation study of a deep learning model. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2023; 39: 1385–1396. DOI: 10.1007/s10554-023-02839-5
 19. Kruzhilov I., Ikryannikov E., Shadrin A., Utegenov R., Zubkova G., Bessonov I. Neural network-based coronary dominance classification of RCA angiograms. arXiv preprint arXiv:2309.06958. 2023. DOI: 10.48550/arXiv.2309.06958
 20. Danilov V.V., Klyshnikov K.Y., Gerget O.M., Kutikhin A.G., Ganyukov V.I., Frangi A.F. et al. Real-time coronary artery stenosis detection based on modern neural networks. *Sci. Rep.* 2021; 11: 7582. DOI: 10.1038/s41598-021-87174-2
 21. Liu X., Wang X., Chen D., Zhang H. Automatic quantitative coronary analysis based on deep learning. *Appl. Sci.* 2023; 13: 2975. DOI: 10.3390/app13052975
 22. Ben-Assa E., Abu Salman A., Cafri C., Roguin A., Hellou E., Koifman E. et al. Performance of a novel artificial intelligence software developed to derive coronary fractional flow reserve values from diagnostic angiograms. *Coron. Artery Dis.* 2023; 34 (8): 533–541. DOI: 10.1097/MCA.0000000000001305
 23. Westra J., Tu S., Winther S., Nissen L., Vestergaard M.B., Andersen B.K. et al. Evaluation of coronary artery stenosis by quantitative flow ratio during invasive coronary angiography: the WIFI II study (Wire-Free Functional Imaging II). *Circ. Cardiovasc. Imaging.* 2018; 11: e007107. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.117.007107
 24. Lee J., Prabhu D., Kolluru C., Gharaibeh Y., Zimin V.N., Dallan L.A. et al. Fully automated plaque characterization in intravascular OCT images using hybrid convolutional and lumen morphology features. *Sci. Rep.* 2020; 10: 2596. DOI: 10.1038/s41598-020-59315-6
 25. Chu M., Jia H., Gutiérrez-Chico J.L., Maehara A., Ali Z.A., Zeng X. et al. Artificial intelligence and optical coherence tomography for the automatic characterisation of human atherosclerotic plaques. *EuroIntervention.* 2021; 17: 41–50. DOI: 10.4244/EIJ-D-20-01355
 26. Lee J., Pereira G.T.R., Gharaibeh Y., Kolluru C., Zimin V.N., Dallan L.A. et al. Automated analysis of fibrous cap in intravascular optical coherence tomography images of coronary arteries. *Sci. Rep.* 2022; 12: 21454. DOI: 10.1038/s41598-022-24884-1
 27. Johnson K.W., Glicksberg B.S., Shameer K., Vengrenyuk Y., Krittanawong C., Russak A.J. et al. A transcriptomic model to predict an increase in fibrous cap thickness in response to high-dose statin treatment: Validation by serial intracoronary OCT imaging. *EBioMedicine.* 2019; 44: 41–49. DOI: 10.1016/j.ebiom.2019.05.007
 28. Niioka H., Kume T., Kubo T., Soeda T., Watanabe M., Yamada R. et al. Automated diagnosis of optical coherence tomography imaging on plaque vulnerability and its relation to clinical outcomes in coronary artery disease. *Sci. Rep.* 2022; 12: 14067. DOI: 10.1038/s41598-022-18473-5
 29. Lee J., Gharaibeh Y., Kolluru C., Zimin V.N., Dallan L.A.P., Kim J.N. et al. Segmentation of coronary calcified plaque in intravascular OCT images using a two-step deep learning approach. *IEEE Access.* 2020; 8: 225581–93. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3045285

30. Gharaibeh Y., Lee J., Zimin V.N., Kolluru C., Dallan L.A., Pereira G.T. et al. Prediction of stent under-expansion in calcified coronary arteries using machine learning on intravascular optical coherence tomography images. *Sci. Rep.* 2023; 13: 18110. DOI: 10.1038/s41598-023-44610-9
31. Lee J., Pereira G.T., Motairek I., Kim J. N., Zimin V.N., Dallan L. A. et al. Neoatherosclerosis prediction using plaque markers in intravascular optical coherence tomography images. *Front. Cardiovasc. Med.* 2022; 9: 1079046. DOI: 10.3389/fcvm.2022.1079046
32. Sun H., Zhao C., Qin Y., Li C., Jia H., Yu B. et al. In vivo detection of plaque erosion by intravascular optical coherence tomography using artificial intelligence. *Biomed. Optics Express.* 2022; 13 (7): 3922–3938. DOI: 10.1364/BOE.459623
33. Cho H., Kang S.J., Min H.S., Lee J.G., Kim W.J., Kang S.H. et al. Intravascular ultrasound-based deep learning for plaque characterization in coronary artery disease. *Atherosclerosis.* 2021; 324: 69–75. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2021.03.037
34. Bass R.D., Garcia-Garcia H.M., Sanz-Sánchez J., Ziemer P.G., Bulant C.A., Kuku K.K. et al. Human vs. machine vs. core lab for the assessment of coronary atherosclerosis with lumen and vessel contour segmentation with intravascular ultrasound. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2022; 38: 1431–1439. DOI: 10.1007/s10554-022-02563-6
35. Irie D., Matsumoto H., Isodono K., Higuchi S., Tanisawa H., Ohya H. et al. Complementary roles of near-infrared spectroscopy and intravascular ultrasound in the prediction of periprocedural myocardial injury. *Can. J. Cardiol.* 2023; 39 (11): 1502–1509. DOI: 10.1016/j.cjca.2023.06.005
36. Seike F., Inaba S., Yasuda K., Yamaguchi O. Intravascular imaging-based physiologic assessment. *Interv. Cardiol. Clin.* 2023; 12 (2): 289–298. DOI: 10.1016/j.iccl.2022.12.006
37. Cha J.J., Nguyen N.L., Tran C., Shin W.Y., Lee S.G., Lee Y. et al. Assessment of fractional flow reserve in intermediate coronary stenosis using optical coherence tomography-based machine learning. *Front. Cardiovasc. Med.* 2023; 10: 1082214. DOI: 10.3389/fcvm.2023.1082214
38. Sui Y., Yang M., Xu Y., Wu N., Qian J. Diagnostic performance of intravascular ultrasound-based fractional flow reserve versus angiography-based quantitative flow ratio measurements for evaluating left main coronary artery stenosis. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2022; 99 (Suppl. 1): 1403–1410. DOI: 10.1002/ccd.30078
39. Lee J.G., Ko J., Hae H., Kang S.J., Kang D.Y., Lee P.H. et al. Intravascular ultrasound-based machine learning for predicting fractional flow reserve in intermediate coronary artery lesions. *Atherosclerosis.* 2020; 292: 171–177. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2019.10.022
40. Yong D., Minjie C., Yujie Z., Jianli W., Ze L., Pengfei L. et al. Diagnostic performance of IVUS-FFR analysis based on generative adversarial network and bifurcation fractal law for assessing myocardial ischemia. *Front. Cardiovasc. Med.* 2023; 10: 1155969. DOI: 10.3389/fcvm.2023.1155969
41. Howard J.P., Cook C.M., van de Hoef T.P., Meuwissen M., de Waard G.A., van Lavieren M.A. et al. Artificial intelligence for aortic pressure waveform analysis during coronary angiography: machine learning for patient safety. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2019; 12: 2093–2101. DOI: 10.1016/j.jcin.2019.06.036
42. Ploscaru V., Popa-Fotea N.M., Calmac L., Itu L. M., Mihai C., Bataila V. et al. Artificial intelligence and cloud-based platform for fully automated PCI guidance from coronary angiography-study protocol. *PLOS ONE.* 2022; 17 (9): e0274296. DOI: 10.1371/journal.pone.0274296
43. Nakachi T., Yamane M., Kishi K., Muramatsu T., Okada H., Oikawa Y. et al. Machine learning for prediction of technical results of percutaneous coronary intervention for chronic total occlusion. *J. Clin. Med.* 2023; 12: 3354. DOI: 10.3390/jcm12103354
44. Rivera S.C., Liu X., Chan A-W., Denniston A.K., Calvert M.J. Guidelines for clinical trial protocols for interventions involving artificial intelligence: the SPIRIT-AI extension. *BMJ.* 2020; 370: m3210. DOI: 10.1136/bmj.m3210
45. D'Amour A., Heller K., Moldovan D., Adlam B., Alipanahi B., Beutel A. et al. Underspecification presents challenges for credibility in modern machine learning. *J. Machine Learning Res.* 2022; 23 (1): 10237–10297.
46. Petsiuk V., Das A., Saenko K. Rise: randomized input sampling for explanation of black-box models. arXiv preprint arXiv:1806.07421. 2018. DOI: 10.48550/arXiv.1806.07421
47. Наумов В.Б., Тытук Е.В. Правовые проблемы машинного обучения. *Образование и право.* 2020; 6: 219–231. DOI: 10.24411/2076-1503-2020-10634
48. Naumov V.B., Tytuik E.V. Legal issues of machine learning. *Education and Law.* 2020; 6: 219–231 (in Russ.). DOI: 10.24411/2076-1503-2020-10634
48. Nath R., Manna R. From posthumanism to ethics of artificial intelligence. *AI & Society.* 2023; 38 (1): 185–196. DOI: 10.1007/s00146-021-01274-1

© М.Г. Пурсанов, 2024

УДК 616.12-007-053.1-089.819.1

Бифуркационное стентирование легочных артерий у больных с врожденными пороками сердца (современное состояние вопроса)

М.Г. Пурсанов

ГБУЗ города Москвы «Морозовская детская городская клиническая больница Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Российская Федерация

Пурсанов Манолис Георгиевич, д-р мед. наук, профессор, врач – рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0002-1421-1795, e-mail: mpursanov@rambler.ru

Резюме

До сих пор эндоваскулярное стентирование бифуркационных стенозов легочных артерий (ЛА), особенно с вовлечением дистального отдела ствола ЛА/кондуита, остается сложной задачей при лечении больных с врожденными пороками сердца. Ранее используемые методики бифуркационного стентирования были направлены только на устранение сужений и не позволяли выполнить этим пациентам транскатетерное замещение клапана ЛА ввиду больших размеров ствола ЛА и отсутствия площадки для имплантации баллоно-расширяемых клапанов. За последнее десятилетие эндоваскулярное лечение бифуркационных поражений ЛА было усовершенствовано – от методики V-имплантации стентов до Y-стентирования, которое считается наиболее близким естественной геометрии легочных артерий. В статье представлены все основные методы бифуркационного стентирования ЛА, рассмотрены их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: стент, легочная артерия, стеноз легочной артерии, стентирование легочной артерии, бифуркационное сужение легочной артерии, бифуркационное стентирование, Y-стентирование

Для цитирования: Пурсанов М.Г. Бифуркационное стентирование легочных артерий у больных с врожденными пороками сердца (современное состояние вопроса). *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (1): 17–31. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-17-31

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 17.01.2024
Принята к печати 07.02.2024

The current state of pulmonary artery bifurcation stenting in patients with congenital heart defects

M.G. Pursanov

Morozov Children's City Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation

Manolis G. Pursanov, Dr. Med. Sci., Professor, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-1421-1795, e-mail: mpursanov@rambler.ru

Abstract

Endovascular stenting of pulmonary artery bifurcation stenosis remains a difficult task in the treatment of patients with congenital heart disease to this day, especially when the distal part of the main pulmonary artery/conduit is involved. Previously used pulmonary bifurcation stenting techniques were aimed only at the elimination of stenoses and did not allow future transcatheter replacement of the pulmonary valve due to the large diameter of the main pulmonary artery and lack of an area for implantation of balloon-expandable valves. Over the past decade, endovascular treatment of pulmonary bifurcation stenosis has evolved from the V-stent implantation technique to Y-stenting, the latter being the closest to the natural geometry of the pulmonary arteries. This article presents all the main techniques of pulmonary artery bifurcation stenting, with an emphasis on their advantages and disadvantages.

Keywords: stent, pulmonary artery, pulmonary artery stenosis, pulmonary artery stenting, pulmonary artery bifurcation narrowing, bifurcation stenting, Y-stenting

For citation: Pursanov M.G. The current state of pulmonary artery bifurcation stenting in patients with congenital heart defects. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (1): 17–31 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-17-31

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

Received January 17, 2024
Accepted February 7, 2024

Введение

Сужения и гипоплазии легочных артерий (ЛА) часто встречаются у больных с врожденными пороками сердца (ВПС), таких как тетрада Фалло, атрезия легочной артерии и др. [1–3]. Стенозы могут быть как врожденными, так и приобретенными, после хирургических операций (радикальная коррекция ВПС с пластикой ветвей ЛА, наложение системно-легочных анастомозов, реконструкция выводного отдела правого желудочка (ПЖ) с помощью кондуита и другие вмешательства).

Методы транслюминальной баллонной ангиопластики (ТЛБАП) и стентирования при лечении обструктивной патологии ЛА и выводного отдела ПЖ успешно применяются в клинической практике у больных с ВПС [3–10]. За последние десятилетия значительно улучшена конструкция стентов, баллонных катетеров и доставляющих систем, вследствие чего методы ТЛБАП и стентирования стали более эффективными и безопасными [6–8]. Однако эндоваскулярное лечение бифуркационных стенозов легочных ЛА, особенно с вовлечением дистального отдела ствола ЛА/кондуита, остается сложной задачей. Ранее используемые методики бифуркационного стентирования были направлены только на устранение сужений и не позволяли выполнить этим пациентам транскатетерное замещение клапана ЛА ввиду больших размеров ствола ЛА и отсутствия площадки для имплантации баллонорасширяемых клапанов. Актуальность этой проблемы в последние годы особенно возросла в связи с развитием эндоваскулярных транскатетерных методик имплантации клапана ЛА, так как большинству пациентов, оперированных по поводу пороков конотрункуса, требуется обеспечить замыкательную функцию клапана ЛА в отдаленном периоде.

Поэтому изначально предложенная методика бифуркационного V-стентирования, или методика «целующихся» баллонов и стентов, не всегда позволяла в последующем провести эндоваскулярное замещение клапана ЛА ввиду отсутствия площадки для имплантации клапана, так как во многих случаях для этого требуется установка стента в легочный ствол для последующей фиксации в нем клапана [11,12]. В связи с этим стали разрабатываться различные методики бифуркационного стентирования ЛА, которые позволяют после

стентирования ЛА провести успешное транскатетерное замещение клапана ЛА.

В настоящее время в литературе описаны несколько методик бифуркационного стентирования легочных артерий: V-стентирование, и/или методика «целующихся баллонов и стентов» [13]; двухбаллонная методика стентирования дистального отдела ствола/кондуита через одну доставляющую систему по проводникам, проведенным в правую и левую ЛА [14, 15]; стентирование одной ветви ЛА с переходом на легочный ствол/конduit с последующей дилатацией ячейки стента, прикрывающей устье контралатеральной ЛА, или без нее [16, 17]; Y-стентирование, имплантация стента из одной из ЛА в легочный ствол с последующей баллонной дилатацией ячейки стента со стентированием противоположной ЛА [18, 19].

Все эти методики имеют право на клиническое применение, и выбор в каждом случае зависит от анатомии бифуркации ЛА и дистального отдела ствола ЛА/кондуита, а также от конкретных задач, которые требуют непосредственного индивидуального решения.

Все эндоваскулярные процедуры бифуркационного стентирования ЛА проводятся под общим интубационным наркозом с внутривенным введением гепарина из расчета 100 Ед/кг. Все пациенты получали антибиотикотерапию в течение 24 ч и аспирин в дозе 3–5 мг/кг 1 раз в сутки в течение 6 мес после имплантации.

Перед тем как перейти к бифуркационному стентированию, необходимо устранить все периферические стенозы ветвей ЛА и выполнить также ТЛБАП сужений устьев правой и левой ЛА, а также стенозов дистального отдела ствола ЛА/кондуита. Если при предварительной ТЛБАП устьев ЛА баллоны раскрываются до номинального размера, то можно перейти к их стентированию.

Бифуркационное V-стентирование

Методика V-стентирования наиболее часто применялась до середины 2010-х годов и описана в отечественной литературе [5, 6]. При этой методике стентирования ЛА пунктируются две бедренные вены (возможно также использование вен верхних конечностей) и производится раздельная катетеризация правой и левой ЛА с установкой жестких проводников Amplatzer Super Stiff. Для

удобства правую легочную артерию целесообразно катетеризировать через правую бедренную вену, а левую – через левую бедренную вену. После ТЛБАП стенозов устьев правой и левой ЛА производится их стентирование. По проводникам направляют две доставляющие системы соответствующего диаметра в правую и левую ЛА. При выборе стентов необходимо учитывать то, что стенты должны не только покрывать зону сужения, но и частично выступать в легочный ствол с перекрещиванием стентов («целующиеся» стенты) или без перекрещивания.

Стенты проводятся по доставляющей системе в соответствующую легочную артерию за зону сужения. В зависимости от способа имплантации стентов различают два вида бифуркационного стентирования: последовательное и одномоментное. При одномоментном стентировании из доставляющей системы высвобождается и позиционируется сначала один стент, а затем второй. Стенты располагаются так, чтобы их проксимальные концы частично выступали в легочный ствол и/или перекрещивались друг с другом, и в таком положении производят одномо-

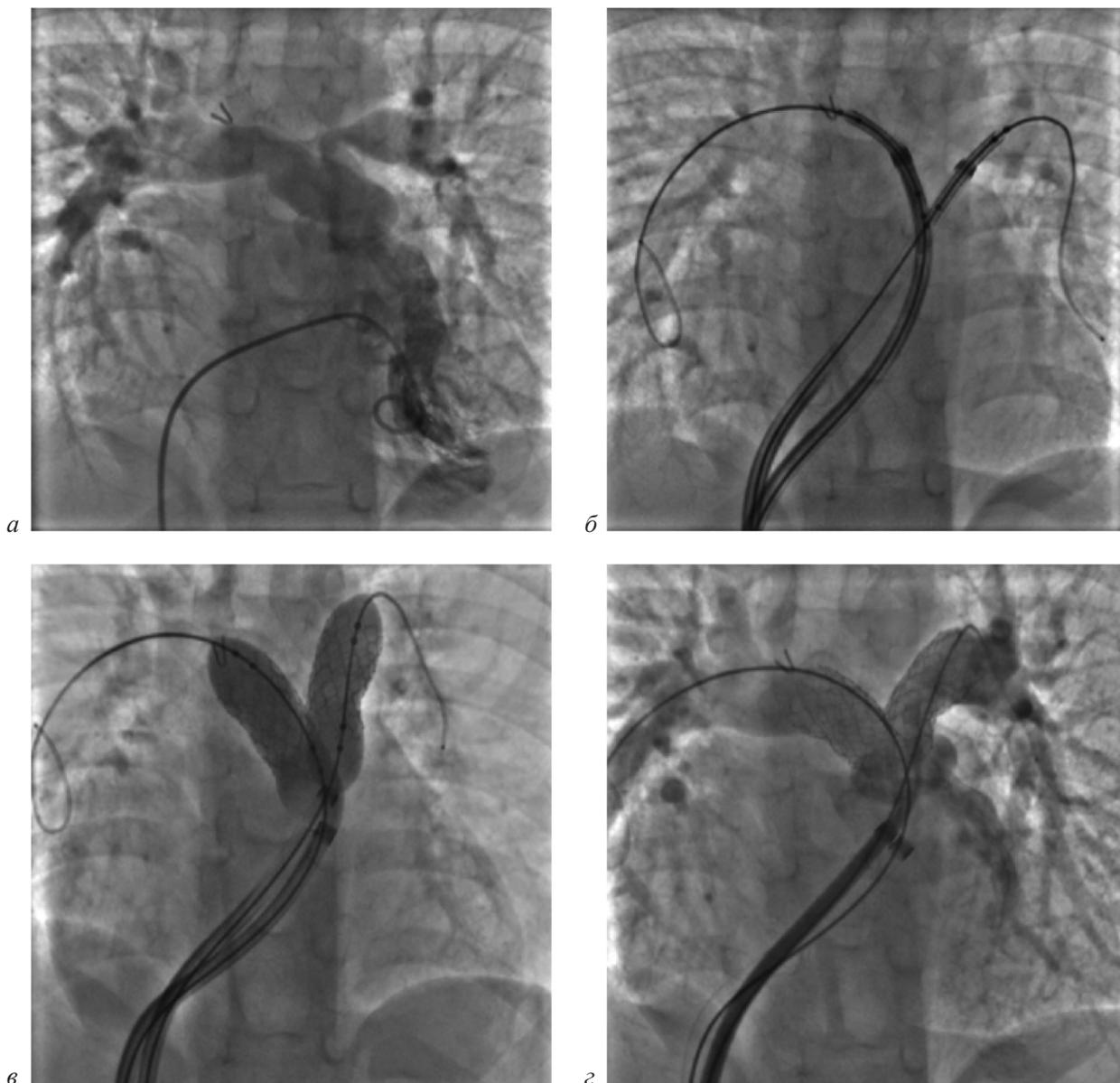


Рис. 1. Одномоментная техника бифуркационного V-стентирования правой и левой ЛА (объяснения в тексте): *а* – при правой вентрикулографии отмечаются сужения правой и левой ЛА; *б* – расположение доставляющих систем и стентов в правой и левой ЛА; *в* – имплантация стентов с одновременным раздуванием баллонов; *г* – после стентирования сужения правой и левой ЛА отсутствуют

ментное раскрытие обоих стентов (рис. 1). При последовательном стентировании сначала имплантируется стент в ЛА с более выраженным или технически трудным сужением, при этом другой стент находится внутри доставляющей системы. Проводится стентирование контралатеральной легочной артерии. Доставляющий катетер оттягивается назад, высвобождая баллон со стентом. Во время имплантации второго стента обязательно раздувается баллон в ранее имплантированном стенте (методика «целующихся» баллонов)

(рис. 2). Одновременное раздувание баллонов («целующихся») является обязательным во избежание деформации и компрометации ранее имплантированного стента.

Учитывая то, что устьевые сужения ЛА бывают часто ригидными и требуют ГЛБАП баллонами ультравысокого давления, для стентирования целесообразно использовать стенты с закрытой ячейкой, у которых радиальная сила больше. Эти стенты также предпочтительнее, поскольку они менее подвержены переломам при внешнем сдавлении.

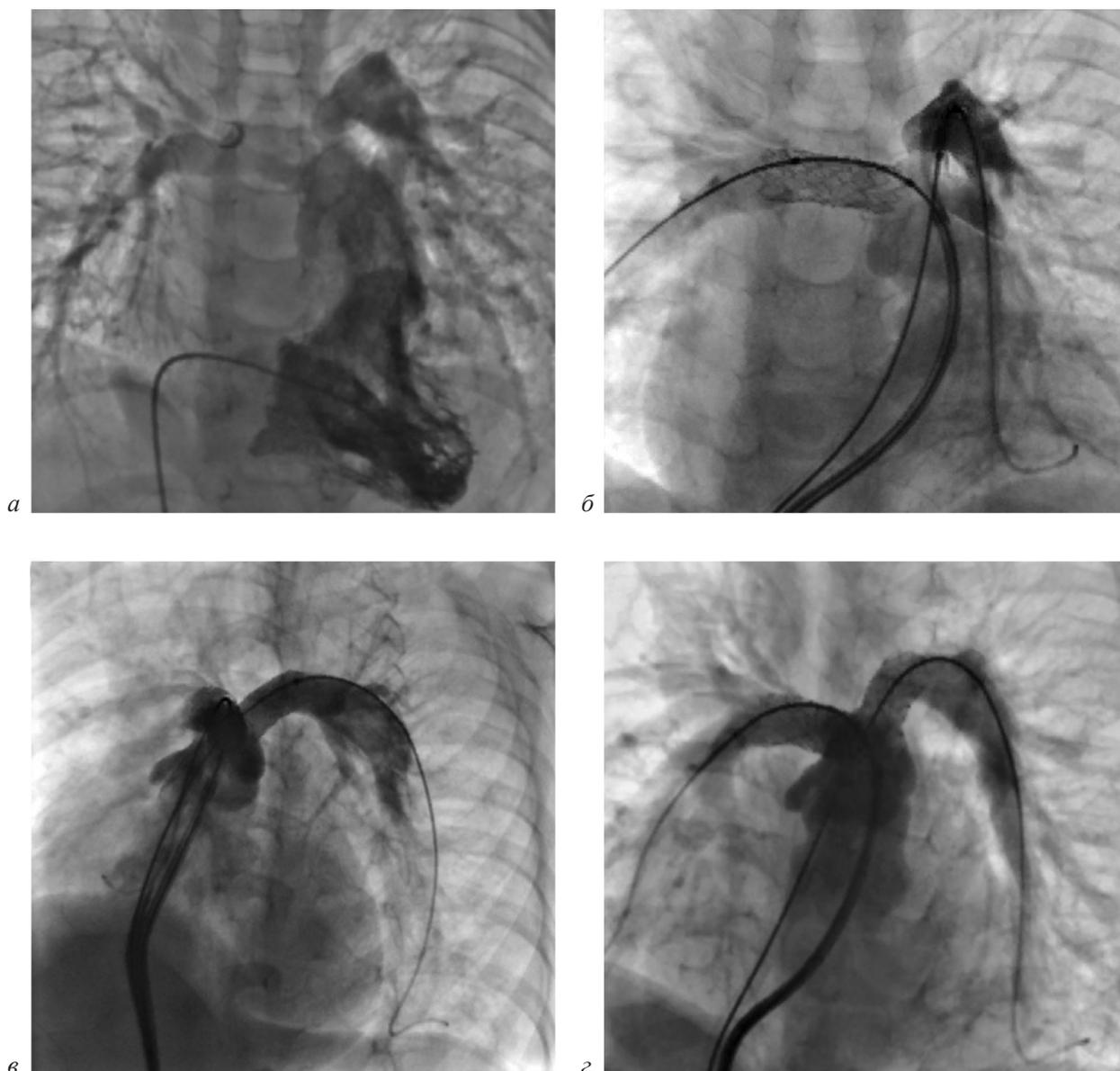


Рис. 2. Последовательное бифуркационное V-стентирование правой и левой ЛА (объяснения в тексте):

а – при правой вентрикулографии отмечаются сужения проксимальных сегментов обеих ЛА, больше справа; *б* – ангиография после успешного стентирования правой ЛА, в левой ЛА находится доставляющая система со стентом на баллоне; *в* – ангиография после успешной установки стента в левую ЛА; *г* – контрольная ангиография, хорошо визуализируется, что сужения правой и левой ЛА устранены, проксимальные концы стентов частично выступают в расширенный ствол ЛА без перекрещивания

Наиболее благоприятной при методике V-стентировании является анатомия ЛА, которая позволяет расположить проксимальные концы стентов так, чтобы они находились в ветвях ЛА или частично выступали в просвет легочного ствола. Однако это не всегда удается и часто приходится прибегнуть к методике «целующихся» стентов, когда проксимальные концы стентов перекрещиваются в стволе ЛА. В этом случае образуется двойной просвет из стентов в дистальном отделе ствола ЛА, который может затруднить последующие вмешательства на ЛА.

Таким образом, для достижения оптимального результата при бифуркационном V-стентировании необходимо знание основных правил [5–7]:

- использование длинных стентов, желательно с закрытой ячейкой;
- проксимальные концы стентов должны не сильно выступать в ствол ЛА и не перекрещиваться;
- при технике имплантации «целующихся» стентов (перекрещивание) в дистальном отделе легочного ствола образовывается двойной просвет;
- оба стента необходимо имплантировать одновременно или последовательно с обязательным раздуванием баллонов в обеих легочных артериях.

Двухбаллонная методика бифуркационного стентирования ЛА через одну доставляющую систему

Идея этой методики бифуркационного стентирования ЛА впервые была предложена O. Stumper et al. в 2011 г. [14]. Она заключалась в устранении стеноза дистального отдела кондуита/ЛА, расположенного непосредственно перед бифуркацией ЛА, путем имплантации стента, монтированного на два дилатационных баллонных катетера, расположенных tandemно. Обоснованием этого подхода было то, что при имплантации стента на двух баллонах дистальные части, которые проведены в правую и левую ЛА, можно достичь большего конечного диаметра стента в легочном стволе/кондуите с расширяющимися его дистальными концами в ветвях ЛА. Также при бифуркационном стентировании ЛА такой подход значительно уменьшает риск окклюзии боковых ветвей и всегда обеспечивает доступ к дистальным отделам легочных сосудов как

на всех этапах процедуры, так и после имплантации стента.

Методика выполнения стентирования ЛА заключается в следующем. После оценки анатомии бифуркации ЛА (рис. 3, а), измерения градиента систолического давления и определения ангиометрических размеров (правая ЛА, левая ЛА, легочный ствол/конduit) осуществляется катетеризация одной из ветвей ЛА с установкой сверхжесткого проводника (например, Amplatzer Super Stiff). Затем по проводнику в легочный ствол/конduit проводится доставляющая система Mullins (NuMed) большого диаметра (12–14 F), через которую возможно одномоментное проведение двух баллонных катетеров с монтированным стентом (система доставки должна быть на 2–3 F больше общего размера рекомендованных баллонных дилатационных катетеров, чтобы обеспечить возможность проведения стента). Затем через доставляющую систему катетеризируется контралатеральная ЛА с установкой сверхжесткого проводника. Стент подбирается соответствующей длины и вручную монтируется на два tandemно расположенных баллонных катетера. Предпочтение отдают стентам с открытой (Max LD, MegaLD, EV3) или гибридной (AndraStent, AndraMed) ячейкой из-за меньшего их укорочения при максимальном раскрытии. Можно использовать и стент с закрытой ячейкой (CP, NuMed), но тогда необходимо учитывать степень его укорочения. Размер баллонных катетеров следует выбрать таким, чтобы он соответствовал необходимому размеру стента в стволе ЛА. Требуемый диаметр стента не является суммарным размером баллонов, а высчитывается по формуле:

$$[D1+D2+\pi (D1/2+D2/2)]/\pi,$$

где D1 – диаметр первого баллона; D2 – диаметр второго баллона.

Важно также следить за тем, чтобы размер выбранных баллонных катетеров не превышал диаметра ветвей ЛА более чем в 1,3–1,5 раза. В качестве баллонов для этого вмешательства можно использовать катетеры Maxi LD (Cordis), Tyshak II (NuMed), Balt (Balton) и др. Затем комплекс стент–баллоны проводится по системе доставки в область сужения ствола ЛА/ кондуита. По соответствующим проводникам баллонные катетеры продвигаются в ветви ЛА таким образом, чтобы дис-

тальные кончики баллонов находились в соответствующих легочных сосудах. Правильное расположение стента и баллонов подтверждается с помощью нескольких тестовых ангиографий, выполненных через боковой порт доставляющей системы Mullins (рис. 3, б). После оптимального расположения стента доставляющую систему оттягивают назад,

освобождая баллоны со стентом. Затем одновременно проводится раздувание баллонов вручную (рис. 3, в). Стент раскрывается в стволе ЛА/кондуите, а его концы, соответственно, частично расширяются в боковых ветвях ЛА (рис. 3, г). При необходимости, для достижения окончательного размера стента в легочном стволе/кондуите, возможна даль-

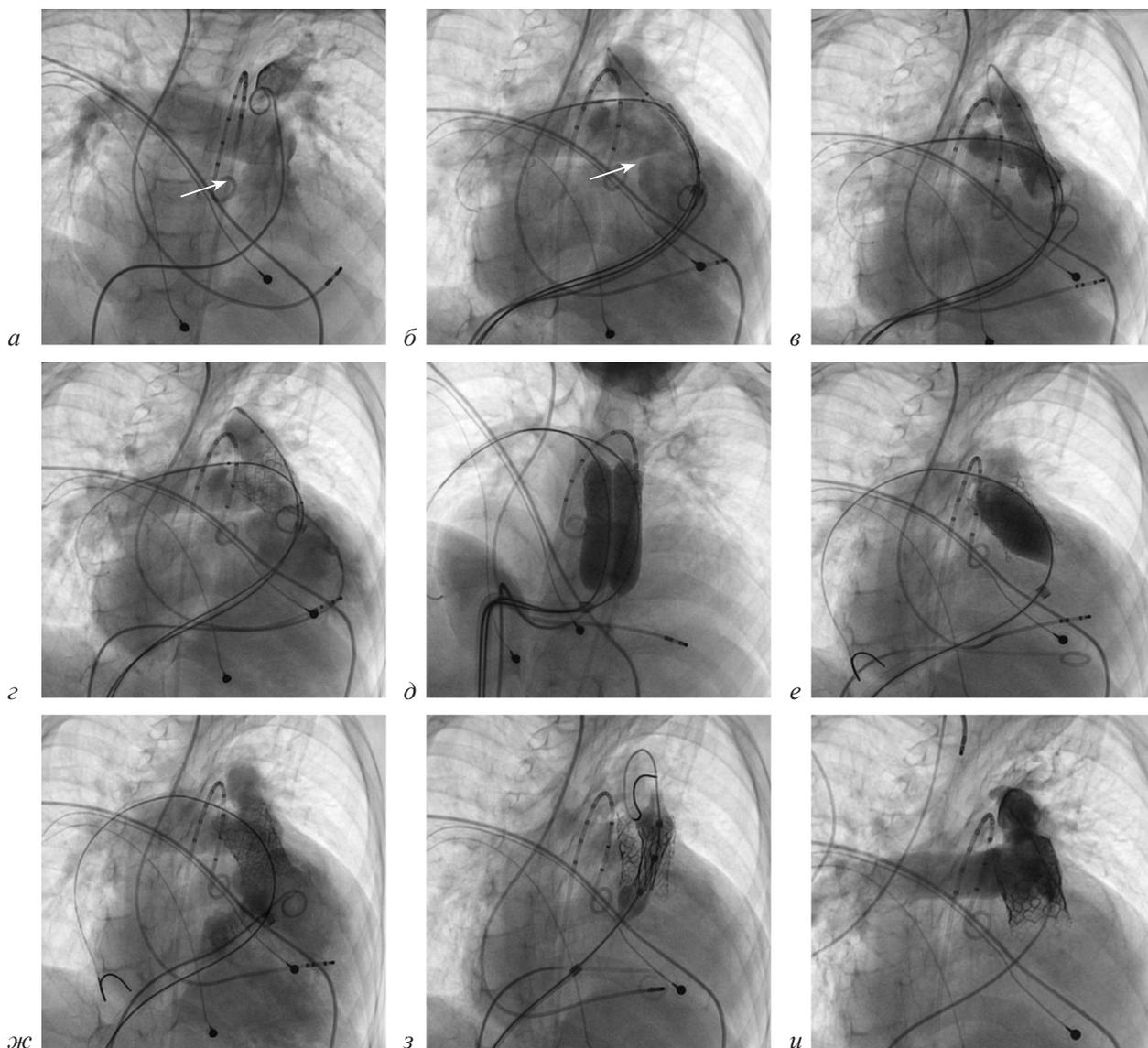


Рис. 3. Двухбаллонная методика бифуркационного стентирования у ребенка после радикальной коррекции тетрады Фалло с помощью трансаннулярной заплатки и установки двухкамерного электрокардиостимулятора и имплантации клапана Muval (Meril Live Sciences):

а – легочная артериография, ствол ЛА короткий с сужением, близко расположенным к бифуркации легочных сосудов (стрелка), также выявляется недостаточность клапана ЛА; *б* – позиционирование стента, монтированного на два баллонных катетера (объяснения в тексте) в области сужения легочного ствола (стрелка); *в* – имплантация стента в легочный ствол при помощи одновременного раздувания баллонов, дистальные кончики которых расположены в правой и левой ЛА; *г* – ангиография из легочного ствола, стент фиксирован в легочном стволе, а дистальные концы стента выступают в просвет правой и левой ЛА; *д* – имплантация второго стента в легочный ствол по двухбаллонной технике, проводники обоих баллонов проведены в дистальные отделы правой ЛА; *е* – постдилатация стентов баллоном большого диаметра с целью оптимизации их расположения в стволе ЛА; *ж* – ангиокардиограмма из ПЖ, после успешного стентирования легочного ствола с частичным захватом стента выводного отдела ПЖ; *з* – транскатетерная имплантация клапана Muval (Meril) в позицию легочной артерии; *и* – после имплантации клапана правая и левая ЛА хорошо проходимы, регургитации в ПЖ нет

нейшая баллонная дилатация стента, а также имплантация второго стента в легочный ствол/конduit с частичным перекрытием первого (рис. 3, *д*). После имплантации второго стента выполняется постдилатация баллоном необходимого размера (рис. 3, *е*) с целью полного раскрытия стентов и плотного их прилегания к стенкам легочного ствола (рис. 3, *ж*). Затем можно приступить к транскатетерной имплантации баллонорасширяемого клапана ЛА, так как стент является хорошей площадкой и его диаметр уже известен (рис. 3, *и*).

Вышеописанная методика в отдельных случаях является безопасной и эффективной альтернативой другим методам стентирования ЛА при близком расположении сужения легочного ствола/кондуита к бифуркации ЛА. При имплантации стента проходимость по легочным артериям не нарушается, поскольку на протяжении всей процедуры они защищены отдельными проводниками. В тех случаях, когда существует достаточное расстояние между имплантированным стентом и фиброзным кольцом ЛА или клапаном кондуита, необходима имплантация второго стента, и этот подход можно рассматривать как дополнение или альтернативу последующей транскатетерной имплантации клапана легочной артерии.

Таким образом, при выполнении двухбаллонной методики бифуркационного стентирования необходимо соблюдение ряда условий:

- имплантация проводится через одну доставляющую систему;
- стент монтируется на два баллонных катетера нужного размера;
- целесообразно использование длинных стентов с открытой или гибридной ячейкой;
- при имплантации стента проксимальные концы баллонов следует частично располагать в правой и левой ЛА, а стент максимально приблизить к бифуркации ЛА;
- при необходимости имплантируется второй стент;
- стент является площадкой для транскатетерной имплантации баллонорасширяемого клапана ЛА.

Метод бифуркационного стентирования из одной ветви ЛА с переходом на легочный ствол/конduit

Подобная методика стентирования ЛА впервые была выполнена в 2012 г. Y. Boudjemline et al. [16], когда устанавливался голометал-

лический стент с открытой ячейкой из одной ЛА в легочный ствол. Это позволило авторам осуществить имплантацию клапана Melody (Medtronic) у 3 больных в стент в стволе ЛА, при этом у 2 из них была выполнена дилатация ячейки стента, перекрывающей устье противоположной ЛА. Аналогичную технику стентирования использовали R. Violini et al. в 2013 г. [17], которые провели стентирование с помощью стента AndraStent XXL (Andramed) длиной 48 мм из правой ЛА в выводной отдел ПЖ. Затем они с помощью баллона высокого давления выполнили дилатацию ячейки стента, перекрывающей устье контралатеральной ЛА, и провели успешную транскатетерную имплантацию клапана Edwards Sapien THV (Edwards Live Sciences) в стентированный участок ствола ЛА проксимальнее начала бифуркации.

Эта методика стентирования из одной ветви ЛА в легочный ствол или conduit имеет серьезные преимущества при сужении бифуркации ЛА у маленьких детей, так как исключается необходимость использования второй доставляющей системы. Если имеется сужение устья одной ветви ЛА со стенозом дистальной трети легочного ствола/кондуита или без него, то стент имплантируют по вышеописанной технике. Если при этом кровоток в противоположную ЛА будет беспрепятственным, то дилатацию ячейки стента проводить необязательно (рис. 4, 5). При наличии значимого бифуркационного сужения одной ЛА и не очень выраженного стеноза другой ЛА стентирование выполняется по вышеописанной методике, но с обязательной дилатацией ячейки стента с целью увеличения просвета для беспрепятственной катетеризации. Если стент не прилежит к стенкам ствола ЛА/кондуита, то необходима его дилатация баллоном с размером легочного ствола/кондуита.

Подобная методика ограничения размеров легочного ствола и создания площадки для имплантации клапана ЛА может быть использована также у пациентов с расширенным выводным отделом ПЖ без стенозов ветвей ЛА. При отсутствии стеноза ветвей ЛА стент имплантируется из меньшей по размеру ветви ЛА с переходом на расширенный легочный ствол. При сужении устья одной из ветвей ЛА имплантация выполняется из этой ЛА в ее ствол. Для этого стент по доставляющей системе проводится в одну из ЛА и располагается таким образом, чтобы при его раскрытии

проксимальный конец захватывал легочный ствол и располагался как можно дальше от бифуркации ЛА (доходил до фиброзного кольца ЛА или выводного отдела ПЖ). При необходимости можно имплантировать второй стент, дилатировать ячейку стента в перекрывающемся устье противоположной ЛА, а затем выполнить эндоваскулярную имплантацию клапана.

Таким образом, при выполнении методики бифуркационного стентирования путем имплантации стента из одной легочной артерии в легочный ствол/конduit необходимо соблюдение ряда условий:

- стентирование проводится при отсутствии значимого стеноза одной из ветвей ЛА;
- стентирование возможно при сужении дистальной трети кондуита/легочного ствола;
- имплантация проводится через одну доставляющую систему;
- используются длинные стенты с открытой или гибридной ячейкой;
- обязательна баллонная дилатация ячейки стента, перекрывающей устье противоположной ЛА, при подозрении на его сужение;
- при необходимости имплантируют второй стент в выводной отдел ПЖ;

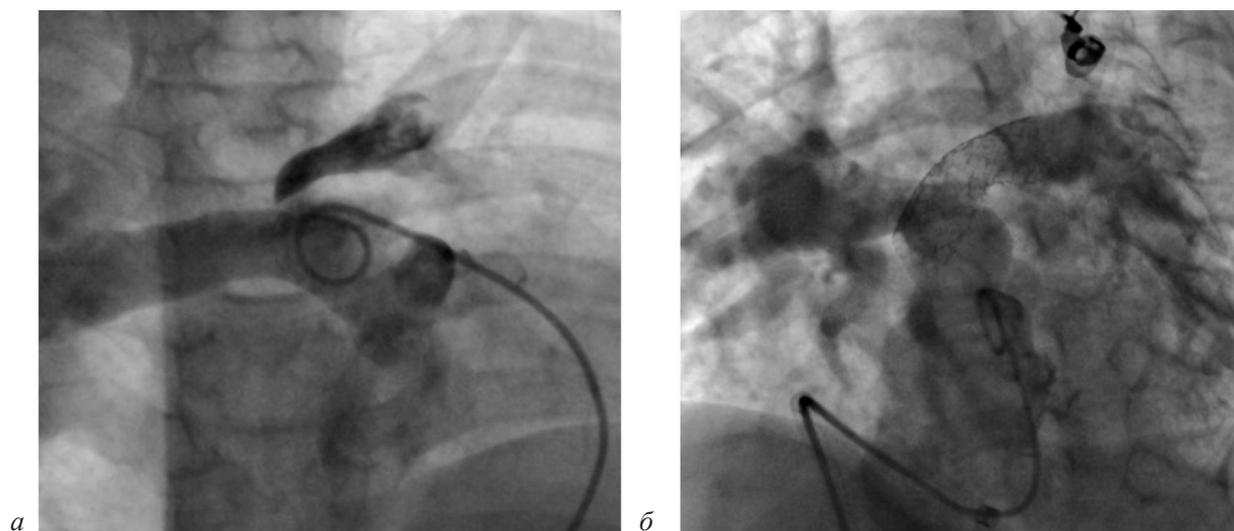


Рис. 4. Имплантация стента из левой ЛА в легочный ствол без дилатации ячейки стента:

a – до стентирования отмечается гипоплазия левой ЛА с выраженным стенозом устья (стрелка); *б* – имплантация стента из левой ЛА в легочный ствол позволила полностью устранить обструкцию, при этом кровоток в правую ЛА не нарушен

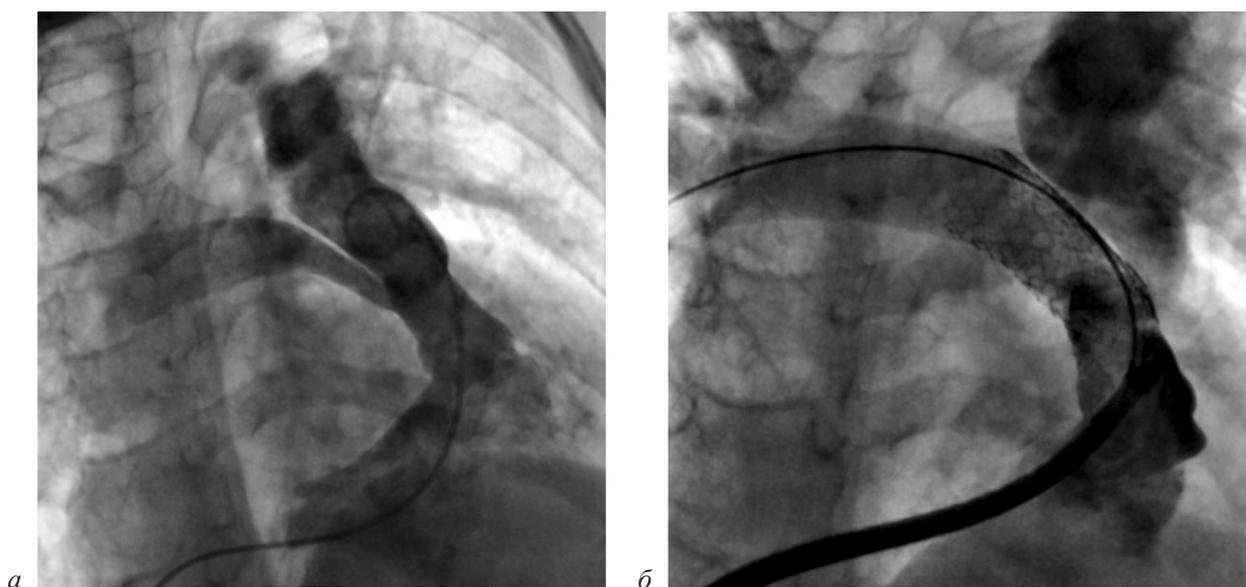


Рис. 5. Имплантация стента из правой ЛА в конduit без дилатации ячейки стента:

a – до стентирования отмечается сужение и гипоплазия правой ЛА с выраженным стенозом устья (стрелка); *б* – после стентирования обструкция полностью устранена, при этом кровоток в правую ЛА не нарушен

– стент является площадкой для последующей транскатетерной имплантации баллоно-расширяемого клапана ЛА.

Бифуркационное Y-стентирование

При наличии двухсторонних сужений проксимальных отделов правой и левой ЛА все вышеописанные методики бифуркационного стентирования не достигают основной цели – устранить сужения ЛА и сформировать площадку для транскатетерной замены клапана ЛА при расширенном выводном отделе ПЖ. В 2015 г. Н.К. Narayan et al. [18] первыми сообщили о новом подходе при бифуркационном сужении устьев правой и левой ЛА. М. Conijn et al. [19] подробно описали эту методику, которая заключалась в размещении стента из ствола ЛА в одну из ветвей ЛА с баллонной дилатацией ячеек стента с контралатеральной стороны с последующим стентированием этой ветви ЛА. При необходимости выполняется дальнейшее баллонное расширение порции стента, расположенного в легочном стволе, до плотного прилегания его к стенкам ЛА. При Y-стентировании создается геометрия стентов, близкая к естественной анатомии бифуркации легочных сосудов, а единственный стентированный просвет в стволе ЛА обеспечивает легкий доступ к правой и левой ЛА

во время повторного вмешательства. Эта зона стента в легочном стволе служит оптимальной площадкой для эндоваскулярной имплантации клапана ЛА, который необходим у большинства пациентов с бифуркационными стенозами ЛА.

Методика Y-стентирования может быть выполнена с использованием двух техник имплантации стента. Первая очень хорошо продемонстрирована М. Conijn et al. [19], которые *in vitro* показали ход проведения Y-стентирования бифуркации ЛА (рис. 6). В бифуркации ЛА стент с открытой или гибридной ячейкой разворачивается из одной ветви ЛА в легочный ствол. После имплантации стента проводник направляется через ячейки стента к периферии контралатеральной ЛА. С помощью последовательной баллонной дилатации ячейки стента, перекрывающей устье контралатеральной ветви ЛА, необходимо добиться хорошего раскрытия страт стента. После этого второй стент имплантируется таким образом, чтобы он полностью армировал устье ЛА и на 3–4 мм выступал в просвет первого, установленного стента. Далее, при необходимости, выполняется дальнейшее раскрытие второго стента с помощью баллона ультравысокого давления большего размера. Второй стент может иметь конструкцию с закрытыми или открытыми ячейками,

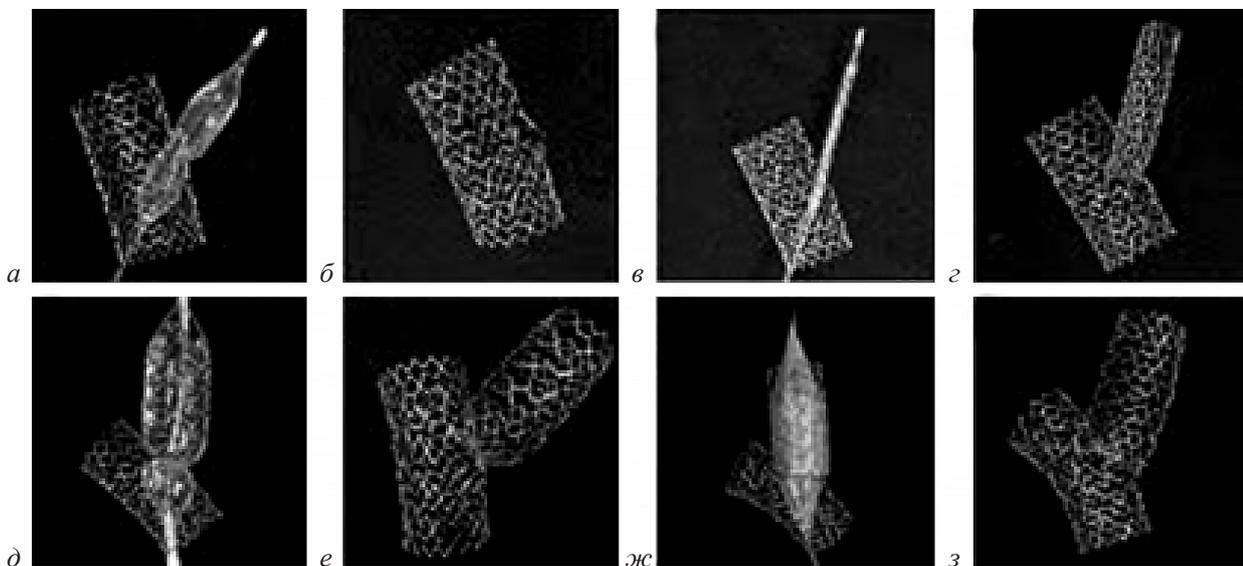


Рис. 6. Y-стентирование *in vitro* бифуркации ЛА:

a – стент был установлен через легочный ствол в правую ЛА, с помощью баллонной дилатации ячейки стента контралатеральной ЛА открывают просвет до 50% диаметра целевого сосуда; *б* – стент легочный ствол-правая ЛА после раскрытия ячейки стента; *в* – второй стент проводится через дилатированную ячейку стента в ЛРА; *г* – второй стент расширен до пересечения со стентом в легочном стволе; *д* – баллонная дилатация стента баллоном большего диаметра; *е* – оба стента соединены в бифуркации ЛА, но остается сужение в области пересечения стентов; *ж* – стент левой ЛА расширяется до желаемого диаметра сосуда; *з* – Y-стентирование приводит к естественной анатомии бифуркации ЛА

но предпочтительно использовать аналогичный первому стент (конструкция с открытыми ячейками). При второй технике Y-стентирования, в отличие от первой, при имплантации второго стента устье ЛА не армируется и остается небольшой участок ЛА, не покрытый стентом. Поэтому при использовании данной техники (несоединенный Y-стент) этапность стентирования ЛА может быть разной.

Возможно выполнение Y-стентирования по вышеописанной технике как с сохранением просвета неармированного участка контралатеральной ЛА, так и наоборот (рис. 7). Сначала проводится стентирование одной из ЛА без армирования устья, а затем имплантация второго длинного стента, расположенного в кон-

тралатеральной ЛА с переходом на легочный ствол с обязательной баллонной дилатацией ячейки стента, перекрывающей устье противоположной ЛА. Еще одним преимуществом Y-стентирования является то, что операция проводится с использованием одного венозного доступа, что очень важно у маленьких детей. Кроме того, стент в легочном стволе позволяет у пациентов с расширенным выводным отделом ПЖ затем провести транскатетерную имплантацию клапана ЛА (рис. 7, *з*).

Таким образом, при выполнении методики бифуркационного Y-стентирования необходимо учитывать ряд условий:

– стентирование возможно как при изолированных сужениях правой и левой ЛА, так

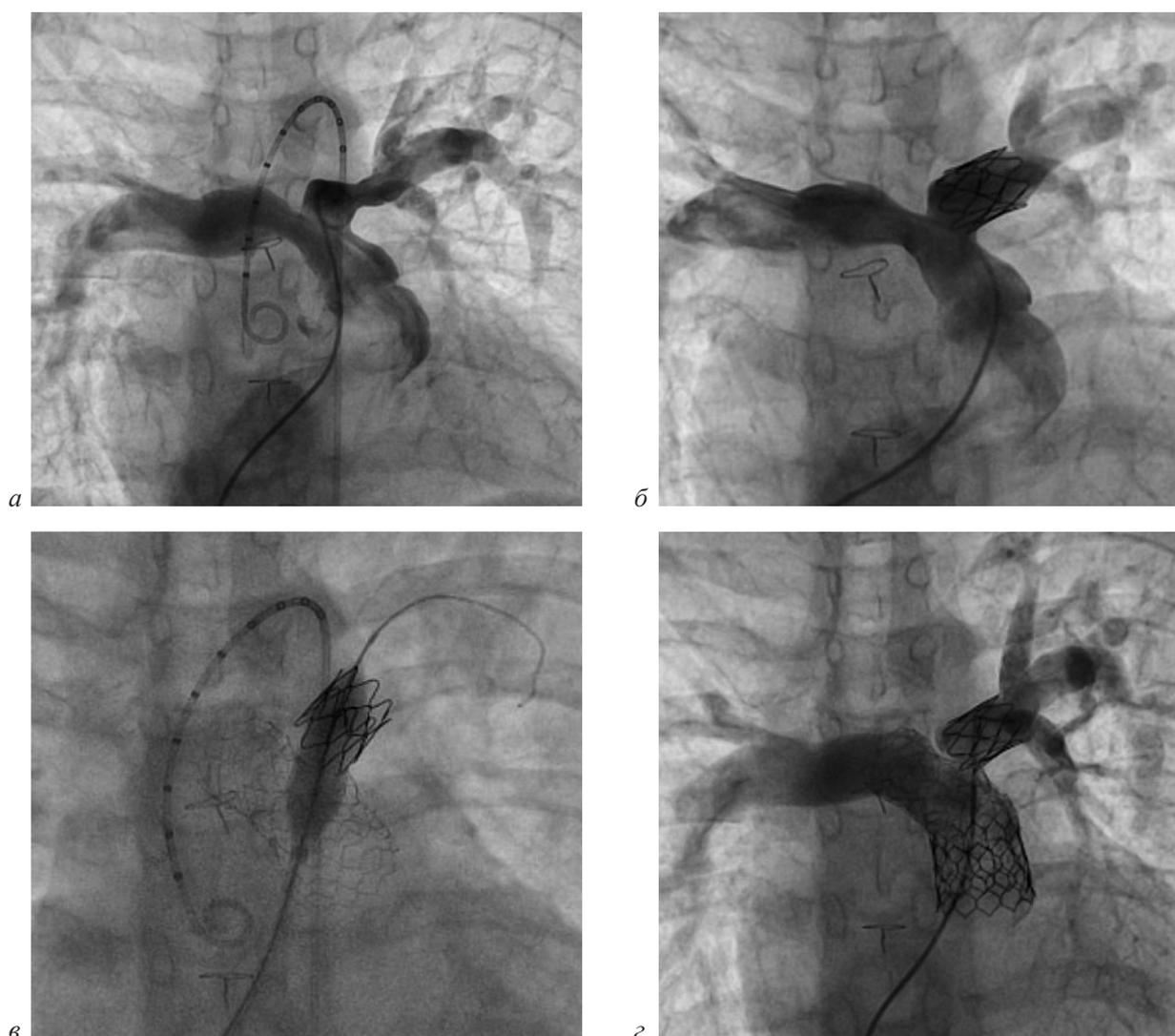


Рис. 7. Бифуркационное Y-стентирование ЛА с последующей имплантацией клапана Maval в позицию ЛА:

а – при легочной ангиографии выявляются стенозы левой и правой ЛА; *б* – первым этапом проведено стентирование левой ЛА с помощью стента CP; *в* – вторым этим выполнено бифуркационное Y-стентирование, длинный стент AndraStent (48 мм) имплантирован из правой ЛА в легочный ствол с баллонной дилатацией ячейки в устье левой ЛА; *з* – имплантация клапана Maval с отсутствием легочной регургитации

и с вовлечением дистального конца легочного ствола;

- стентирование проводится через одну доставляющую систему;

- при имплантации стента из одной ЛА с переходом на легочный ствол необходимо использование длинных стентов с открытой или гибридной ячейкой;

- обязательна баллонная дилатация ячейки стента контралатеральной ЛА;

- имплантация стента в противоположную ЛА возможна с армированием его устья или без него;

- стент в легочном стволе является площадкой для последующей транскатетерной имплантации баллонорасширяемого клапана легочной артерии.

Обсуждение и отдаленные результаты бифуркационного стентирования легочных артерий

Бифуркационные сужения ЛА остаются достаточно сложной проблемой при хирургическом и эндоваскулярном лечении ВПС. У пациентов, перенесших операции на открытом сердце, предпочтение отдают эндоваскулярному подходу, поскольку хирургическая ангиопластика часто приводит к повторному стенозу [21, 22]. Развитие интервенционных методик лечения ВПС позволило использовать идеи многих методик бифуркационного стентирования коронарных и периферических сосудов для устранения аналогичных сужений ЛА [23]. Эндоваскулярная коррекция бифуркационных поражений ЛА совершенствовалась от методики V-имплантации стентов до Y-стентирования.

Все перечисленные эндоваскулярные стратегии бифуркационного стентирования имеют свои преимущества и недостатки [13–20]. V-стентирование затрагивает ветви ЛА, но не легочный ствол, и поэтому не подходит для лечения сужений с поражением дистального отдела ствола ЛА. Эта методика требует использования двух отдельных доставляющих систем путем одновременной имплантации двух стентов, что не очень целесообразно у маленьких детей или у пациентов с затрудненным венозным доступом к сосудам легких. Использование техники имплантации «целующихся» стентов приводит к двойному просвету ЛА перед его бифуркацией. Катетеризация ветвей ЛА через этот двойной просвет стентов

может быть затруднена во время повторных вмешательств, в том числе при транскатетерной имплантации клапана ЛА.

Двухбаллонная методика бифуркационного стентирования через одну систему доставки позволяет эффективно устранить сужение дистального отдела ствола ЛА или кондуита, но не ветвей ЛА. Однако при этом требуется доставляющая система большого размера, что также затрудняет его применение у маленьких детей. Доступ к ЛА бывает сложным из-за нескольких перегибов, что затрудняет проведение большой доставляющей системы.

Методы бифуркационного стентирования из одной ветви ЛА с переходом на легочный ствол/конduit и Y-стентирование очень похожи, за исключением того, что при первом не проводят стентирование противоположной ЛА. При этих методиках анатомия бифуркации ЛА очень близка к естественной, а также остается единственный просвет в стентированном стволе ЛА, обеспечивая легкий доступ во время повторных вмешательств. Стент в легочном стволе служит оптимальной зоной для будущего эндоваскулярного протезирования клапана ЛА, который необходим большинству пациентов со стенозом бифуркации ЛА. Эти подходы предпочтительны у маленьких детей ввиду того, что используется только одна система доставки стента. Так как при дилатации ячейки стента при Y-стентировании возможен его перелом из-за ослабления структурной целостности и разрушения страт, это может привести к ятрогенной деформации стента с образованием повторного сужения.

При двусторонних сужениях правой и левой ЛА ни одна из этих стратегий, за исключением Y-стентирования, не направлена на устранение двустороннего стеноза бифуркации ЛА с последующей возможностью транскатетерного замещения клапана ЛА.

Рестенозы и переломы стентов являются наиболее частыми осложнениями в отдаленном периоде после стентирования ЛА, в том числе бифуркационного. В некоторых случаях рестенозы и переломы стентов обусловлены внешней компрессией ветвей ЛА (например, большими диаметрами восходящего отдела или правосторонней дуги аорты).

Механизмы рестеноза после имплантации стента у детей многофакторные и до конца не изучены. Относительный стеноз, обусловленный физическим ростом ребенка, следует

отличать от пролиферации неоинтимы, приводящей к повторному сужению стента. Есть сообщения, что при одиночном стентировании ЛА частота рестеноза составляет около 25% [24, 25]. При двустороннем стентировании ЛА частота рестенозов внутри стента выше и достигает 52% [26].

Имеются ограниченные данные о частоте рестеноза, в том числе и за счет пролиферации неоинтимы, после бифуркационного стентирования ЛА. G.E. Stapleton et al. сообщили о 30 (68%) повторных катетеризациях и 24 (63%) повторных вмешательствах во время наблюдения за 38 пациентами после одновременного бифуркационного V-стентирования [13]. У 58% этих пациентов показанием к повторному вмешательству был выраженный рестеноз одного или обоих стентов. Не было различий между рестенозом, вызванным пролиферацией неоинтимы, и относительным стенозом за счет соматического роста ребенка.

Ранее сообщалось, что чрезмерная дилатация стента может вызвать пролиферацию неоинтимы за счет миграции гладкомышечных клеток. Кроме того, использование стентов, обладающих большей радиальной силой, а также стентов с конструкцией закрытой ячейки повышает риск пролиферации интимы [26]. Могут быть и другие факторы риска пролиферации неоинтимы, в число которых входят синдромы Alagille и Williams, а также стеноз дистального отдела легочного ствола. M. Conijn et al. [19] отмечают, что пациентами с высоким риском рестеноза также являются дети, перенесшие операцию по хирургической пластике бифуркации ЛА, имплантацию кондуита Contegra, а также унифокализацию ЛА. Эти группы пациентов составляют довольно большую часть детей, нуждающихся в интервенционных вмешательствах по поводу бифуркационных сужений ЛА.

G.E. Stapleton et al. [13] предполагают, что высокая частота повторных сужений стентов после бифуркационного стентирования ЛА объясняется более сильным воздействием металла из-за двух имплантированных стентов, что вызывает деформацию стенки сосуда. Кроме того, если остается турбулентный поток в области бифуркации ЛА, это может привести к пролиферации неоинтимы.

В исследовании M. Conijn et al. [19] частота повторных вмешательств после Y-стентирования довольно высока. Авторы обнаружили, что рестеноз внутри стента из-за проли-

ферации неоинтимы чаще встречается у пациентов, у которых остается неармированный просвет в бифуркации ЛА (несоединенный Y-стент), а также после перелома стента или отсоединения первоначальных контактирующих Y-стентов. Поэтому авторы предполагают, что пространство между несоединенными Y-стентами подвержено большему напряжению и травме эндотелия при колебательных движениях ЛА. Эта гипотеза подтверждается результатами стентирования подвздошных и коронарных артерий [23, 27, 28]. У «целующихся» (пересекающихся) стентов отсутствует контакт между стенкой сосуда и стентами, расположенными в противоположных ЛА, что приводит к разделению потоков. Это связано с высокими вариациями напряжения движения стенки сосуда, что может вызвать пролиферацию интимы [27, 28]. Y-стентирование с соединенными стентами создает бифуркацию ЛА, близкую к естественной геометрии с полным выравниванием по стенке сосуда и без отрыва потока.

Еще одной проблемой в отдаленном периоде после стентирования ЛА являются переломы стентов, которые составляют от 5 до 8% случаев* [6, 29]. При переломах стентов необходимо повторное стентирование, которое проводится аналогично первичной имплантации стентов. Как показано на рисунке 5, после бифуркационного V-стентирования в отдаленном периоде произошел перелом стентов в правой и левой ЛА. В этом случае аналогично выполнено бифуркационное стентирование с одномоментной имплантацией двух стентов через две системы доставки (рис. 8).

Важной проблемой при бифуркационном стентировании, когда проводится расширение ячейки стента путем баллонной дилатации, является то, что это может изменить предполагаемую геометрию за счет деформации стента, установленного из одной ветви ЛА в легочный ствол. Изменение формы может ослабить структурную целостность стента и predispose к его перелому. Однако нет возможности количественно оценить этот риск в клинических условиях, что следует учитывать, прежде чем приступать к стентированию ЛА. Возможно, при деформации

* Пурсанов М.Г. Транслюминальная баллонная ангиопластика и стентирование при обструктивной патологии легочных артерий у больных с врожденными пороками сердца. Дис. ... д-ра мед. наук. М.; 2002.

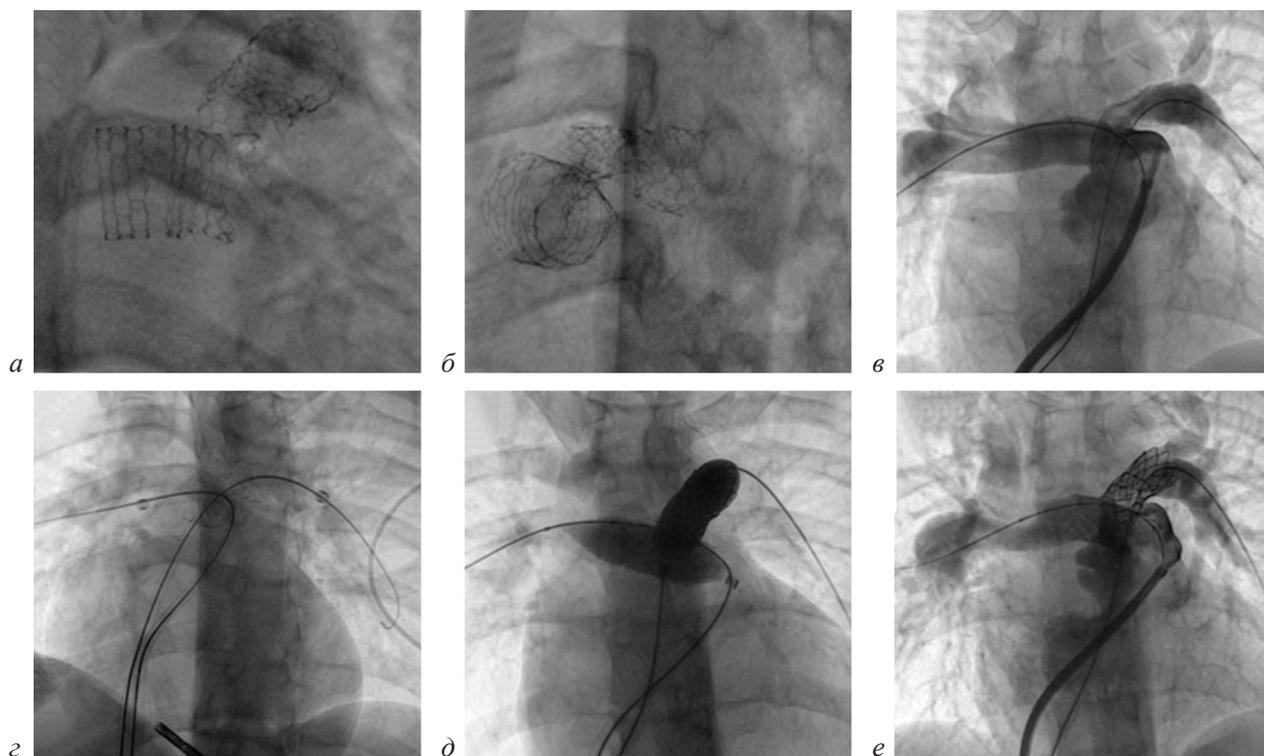


Рис. 8. Повторное V-бифуркационное стентирование ЛА после переломов стентов в правой и левой ЛА через 9 лет:

a – перелом стента в правой ЛА; *б* – возврат сужения после перелома стента в левой ЛА; *в-е* – этапы повторного бифуркационного стентирования правой и левой ЛА

стента следует выполнить одномоментную дилатацию «целующихся» стентов баллонами, расположенными в основной и боковой ЛА. Для оценки этого необходимы дальнейшие исследования, включая долгосрочное наблюдение.

Практически всем пациентам после радикальной коррекции пороков конотрункуса с помощью наложения трансаннулярной заплаты и пациентам, перенесшим бифуркационное стентирование ЛА, требуется установка клапана в позицию ЛА. Из-за того что выводной отдел ПЖ и легочный ствол сильно расширены, эндоваскулярная имплантация клапана ЛА часто невозможна вследствие ограничения размеров баллонорасширяемых устройств. Однако с появлением саморасширяющихся клапанов, у которых более широкий размерный ряд, чем у баллонорасширяемых, увеличивается возможность оказания эндоваскулярной помощи больным, перенесшим операции с наложением трансаннулярной заплаты на выводной отдел ПЖ. В частности, появляется возможность имплантации клапана ЛА у больных после бифуркационного V-стентирования.

Заключение

Таким образом, бифуркационные сужения ЛА представляет собой сложную и интересную проблему, для решения которой используются несколько эндоваскулярных стратегий лечения. Выбор методики стентирования бифуркации ЛА должен быть основан на конкретной анатомии пациента, а также задач, требующих непосредственного решения. Необходимо также учитывать возраст и вес пациента, от которых также зависит, какая стратегия стентирования будет более безопасной в использовании и какая нужна в конкретном случае. Каждая из вышеописанных методик бифуркационного стентирования имеет право на применение, и в каждом конкретном случае необходимо учитывать их преимущества и недостатки для достижения адекватного результата. При бифуркационных сужениях ЛА у пациентов после радикальной коррекции ВПС, при определении методики эндоваскулярного лечения необходимо учитывать то, что практически всем им со временем потребуется замещение кла-

пана ЛА, особенно при этапном эндоваскулярном лечении, потому что транскатетерная имплантация клапана ЛА будет следующей приоритетной задачей.

Литература/References

1. Bacha E.A., Kreutzer J. Comprehensive management of branch pulmonary artery stenosis. *J. Interv. Cardiol.* 2001; 14 (3): 367–375. DOI: 10.1111/j.1540-8183.2001.tb00346.x
2. Hoffman J.I., Kaplan S., The incidence of congenital heart disease. 2002; *J. Am. Coll. Cardiol.* 39 (12): 1890–1900. DOI: S0735109702018867
3. Пурсанов М.Г., Подзолков В.П., Сандодзе Т.С., Алекян Б.Г. Транслуминальная баллонная ангиопластика при обструктивной патологии легочных артерий. В кн.: Рентгенэндоваскулярная хирургия (национальное руководство). Под ред. Б.Г. Алеяна. М.: Изд-во «Литтерра»; 2017, Т. 1: 217–232.
4. Pursanov M.G., Podzolkov V.P., Sandodze T.S., Alekyan B.G. Transluminal balloon angioplasty for obstructive pathology of the pulmonary arteries. In: X-ray endovascular surgery (national guidelines). Ed. by B.G. Alekyan. Moscow: 2017; vol. 1: 217–232 (in Russ.).
5. Shaffer K.M., Mullins C.E., Grifka R.G., O’Laughlin M.P., McMahon W., Ing F.F., Nihill M.R. Intravascular stents in congenital heart disease: Short- and long-term results from a large single-center experience. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1998; 31: 661–667. DOI: 10.1016/s0735-1097(97)00535-4
6. Алекян Б.Г., Подзолков В.П., Пурсанов М.Г., Кокшенев И.В., Сандодзе Т.С., Дадабаев Г.М., Землянская И.В. Бифуркационное стентирование легочных артерий у больных с врожденными пороками сердца. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*, 2013; 5: 24–30.
7. Alekyan B.G., Podzolkov V.P., Pursanov M.G., Kokshe-nev I.V., Sandodze T.S., Dadabaev G.M., Zemlyanskaya I.V. Bifurcation stenting of the pulmonary arteries in patients with congenital heart defects. *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2013; 5: 24–30 (in Russ.).
8. Алекян Б.Г., Подзолков В.П., Пурсанов М.Г., Сандодзе Т.С. Стентирование при сужениях и гипоплазиях легочных артерий у больных с врожденными пороками сердца. В кн.: Рентгенэндоваскулярная хирургия (национальное руководство). Под ред. Б.Г. Алеяна. М.: Литтерра; 2017, т. 1: 232–247.
9. Alekyan B.G., Podzolkov V.P., Pursanov M.G., Sandodze T.S. Stenting for narrowing and hypoplasia of the pulmonary arteries in patients with congenital heart defects. In: X-ray endovascular surgery (national guidelines). Ed. by B.G. Alekyan. Moscow; 2017, vol. 1: 232–247 (in Russ.).
10. Mullins C.E. Cardiac catheterization in congenital heart diseases. Pediatric and adults. Blackwell Futura; 2006: 597–622. DOI:10.1002/9780470986967
11. Law M.A., Shamszad P., Nugent A.W., Justino H., Breinholt J.P., Mullins C.E., Ing F.F. Pulmonary artery stents: Long-term follow-up. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2010; 75: 757–764. DOI: 10.1002/ccd.22356
12. Aggarwal S., Garekar S., Forbes T.J., Turner D.R. Is stent placement effective for palliation of right ventricle to pulmonary artery conduit stenosis? *J. Am. Coll. Cardiol.* 2007; 49: 480–484. DOI: 10.1016/j.jacc.2006.09.037
13. Алекян Б.Г., Подзолков В.П., Пурсанов М.Г., Махачев О.М., Османов О.А. Баллонная ангиопластика и стентирование суженного кондуита между правым желудочком и легочной артерией. В кн.: Рентгенэндоваскулярная хирургия (национальное руководство). Под ред. Б.Г. Алеяна. М.: Изд-во «Литтерра»; 2017, т. 1: 270–275.
14. Alekyan B.G., Podzolkov V.P., Pursanov M.G., Makhachev O.M., Osmanov O.A. Balloon angioplasty and stenting of the narrowed conduit between the right ventricle and the pulmonary artery. In: X-ray endovascular surgery (national guidelines). Ed. by B.G. Alekyan. Moscow; 2017, vol. 1: 270–275 (in Russ.).
15. Kenny D., Hijazi Z.M., Kar S., Rhodes J., Mullen M., Makkar R. et al. Percutaneous implantation of the Edwards Sapien transcatheter heart valve for conduit failure in the pulmonary position: early phase 1 results from an international multicenter clinical trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2011; 58: 2248–2256. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.07.040
16. McElhinney D.B., Cheatham J.P., Jones T.K., Lock J.E., Vincent J.A., Zahn E.M., Hellenbrand W.E. Stent fracture, valve dysfunction, and right ventricular outflow tract reintervention after transcatheter pulmonary valve implantation: patient-related and procedural risk factors in the US Melody valve trial. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2011; 4: 602–614. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.111.965616
17. Stapleton G.E., Hamzeh R., Mullins C.E., Zellers T.M., Justino H., Nugent A. et al. Simultaneous stent implantation to treat bifurcation stenoses in the pulmonary arteries: initial results and long-term follow-up. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2009; 73: 557–563. DOI: 10.1002/ccd.21838
18. Stumper O., Bhole V., Anderson B., Reinhardt Z., Noonan P., Mehta C. A novel technique for stenting pulmonary artery and conduit bifurcation stenosis. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2011; 78: 419–424. DOI: 10.1002/ccd.23025
19. Brown S.C., Cools B., Boshoff D.E., Ozbarlas N., Heying R., Budts W. et al. Delivering stents in congenital heart disease using the double-wire technique: technical considerations. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2013; 82:1156–1163. DOI: 10.1002/ccd.24954
20. Boudjemline Y., Legendre A., Ladouceur M., Boughenou M.F., Patel M., Bonnet D., Iserin L. Branch pulmonary artery jailing with a bare metal stent to anchor a transcatheter pulmonary valve in patients with patched large right ventricular outflow tract. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2012; 5: e22–e25. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.112.968610
21. Violini R., Vairo U., Hijazi Z.M. Stent strut breakage using high-pressure balloons for bifurcating stenting and subsequent percutaneous pulmonary valve replacement using the Edwards Sapien THV. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2013; 82: 834–837. DOI: 10.1002/ccd.24654
22. Narayan H.K., Glatz A.C., Rome J.J. Bifurcating stents in the pulmonary arteries: a novel technique to relieve bilateral branch pulmonary artery obstruction. 2015; *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 86 (4): 714–718. DOI: 10.1002/ccd.25956.
23. Conijn M., Breur H., Molenschot M., Voskuil M., Krings G. The Y-stenting technique for pulmonary artery bifurcation stenosis: Initial results and mid-term outcomes. *Int. J. Cardiol.* 2018; 268: 202–207. DOI: 10.1016/j.ijcard.2018.03.100
24. McMahon C.J., El-Said H.G., Mullins C.E. Three new applications of stent technology in a single patient. *Tex. Heart Inst. J.* 2001; 28 (2): 125–128.

21. Trant C.A. Jr., O'Laughlin M.P., Ungerleider R.M., Garson A. Jr. Cost-effectiveness analysis of stents, balloon angioplasty, and surgery for the treatment of branch pulmonary artery stenosis. *Pediatr. Cardiol.* 1997; 18 (5): 339–344. DOI: 10.1007/s002469900195
22. Luhmer I., Ziemer G. Coarctation of the pulmonary artery in neonates. Prevalence, diagnosis, and surgical treatment. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1993; 106 (5): 889–894. DOI: 10.1016/S0022-5223(19)34045-0
23. Lefevre T., Louvard Y., Morice M.C., Loubeyre C., Piechaud J.F., Dumas P. Stenting of bifurcation lesions: a rational approach. *J. Interv. Cardiol.* 2001; 14 (6): 573–585. DOI: 10.1111/j.1540-8183.2001.tb00375.x
24. Hallbergson A., Lock J.E., Marshall A.C. Frequency and risk of in-stent stenosis following pulmonary artery stenting. *Am. J. Cardiol.* 2014; 113 (3): 541–545. DOI: 10.1016/j.amjcard.2013.10.016.
25. Krisnanda C., Menahem S., Lane G.K. Intravascular stent implantation for the management of pulmonary artery stenosis. *Heart Lung Circ.* 2013; 22 (1): 56–70. DOI: 10.1016/j.hlc.2012.08.008
26. Gonzalez I., Kenny D., Slyder S., Hijazi Z.M. Medium and long-term outcomes after bilateral pulmonary artery stenting in children and adults with congenital heart disease. *Pediatr. Cardiol.* 2013; 34 (1): 179–184. DOI: 10.1007/s00246-012-0439-9
27. Moore J.E. Jr., Timmins L.H., Ladisa J.F. Jr. Coronary artery bifurcation biomechanics and implications for interventional strategies. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2010; 76 (6): 836–843. DOI:10.1002/ccd.22596
28. Yilmaz S., Sindel T., Golbasi I., Turkay C., Mete A., Luleci E. Aortoiliac kissing stents: long-term results and analysis of risk factors affecting patency. *J. Endovasc. Ther.* 2006; 13 (3): 291–301.
29. Sievert H., Qureshi Sh., Wilson N., Hijazi Z.M. (Eds.) Percutaneous interventions for congenital heart disease. Oxford, UK: Inforina Health Care; 2007: 447–454. DOI: 10.3109/9780203018262

Оригинальные статьи

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.12-089.819.5

Отдаленные двухлетние результаты чрескожных коронарных вмешательств у коморбидных пациентов с высоким хирургическим риском

Б.Г. Алекаян^{1,2}, Н.Г. Карапетян¹, Ю.М. Навалиев¹✉, А.Я. Новак¹, Н.Н. Мелешенко¹, Е.В. Токмаков¹, Л.Г. Гёлецяян¹, Ю.Б. Кныш¹, А.В. Галстян¹, Х.В. Антонян¹, А.Ш. Ревишвили^{1,2}

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

² ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

Алекаян Баграт Гегамович, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, заместитель директора по науке, руководитель отдела рентгенэндоваскулярной хирургии; orcid.org/0000-0001-6509-566X

Карапетян Нарек Григорьевич, канд. мед. наук, рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0002-7623-8635

✉ **Навалиев Юзбег Магамедович**, аспирант; orcid.org/0000-0002-1401-6746, e-mail: yuzbegnavaliyev@gmail.com

Новак Александр Ярославович, рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0003-2442-7415

Мелешенко Николай Николаевич, канд. мед. наук, рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0002-4204-1092

Токмаков Евгений Васильевич, врач – анестезиолог-реаниматолог; orcid.org/0000-0002-2821-0865

Гёлецяян Лилит Генриковна, канд. мед. наук, врач-кардиолог; orcid.org/0000-0002-4023-4317

Кныш Юлия Борисовна, врач-кардиолог; orcid.org/0000-0001-6419-7939

Галстян Артур Варужанович, аспирант; orcid.org/0000-0003-1142-6763

Антонян Хачик Вагеевич, ординатор; orcid.org/0009-0009-2070-0219

Ревишвили Амиран Шотаевич, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, директор; orcid.org/0000-0003-1791-9163

Резюме

Цель исследования – оценить отдаленные двухлетние результаты чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) у коморбидных пациентов с ишемической болезнью сердца высокого хирургического риска.

Материал и методы. Представлен ретроспективный анализ двухлетних отдаленных результатов ЧКВ у 120 пациентов, которые в период с 1 января 2019 г. по 31 декабря 2021 г. проходили лечение в НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского Минздрава России. Критериями включения в исследование являлись: трехсосудистое поражение коронарных артерий с поражением ствола левой коронарной артерии (ЛКА) или без него (SYNTAX более 22) с сопутствующей коморбидной патологией, отсутствие улучшения клинического состояния от оптимальной медикаментозной терапии, решение консилиума «сердечной команды» об отказе от проведения коронарного шунтирования (КШ) и выполнения чрескожного коронарного вмешательства. Критериями исключения являлись: показатель SYNTAX 22 и менее, острый коронарный синдром в госпитальном периоде до планового ЧКВ, операция КШ в анамнезе. В связи с тяжелой сопутствующей патологией всем 120 пациентам было отказано в проведении КШ и выполнено ЧКВ. В зависимости от сопутствующих заболеваний пациенты были распределены на четыре группы: 1-я группа (n=30, 25%) – с кардиальной сопутствующей патологией, к которой относились дистальный характер поражения коронарных артерий, патология клапанного аппарата сердца и сниженная систолическая функция левого желудочка с фракцией выброса левого желудочка 35% и менее; 2-я группа (n=34, 28,3%) – с внесердечной сопутствующей патологией: хроническая болезнь почек ≥3а степени (KDIGO), хроническая обструктивная болезнь легких ≥II степени, некомпенсированная бронхиальная астма, дыхательная недостаточность на фоне перенесенной тромбоэмболии легочной артерии, ожирение (индекс массы тела 30 кг/м² и более), старческая астения или «хрупкость» и другие коморбидные состояния (эхинококкоз печени, тонкокишечный свищ); 3-я группа (n=35, 29,2%) – с заболеваниями периферических артерий: стеноз внутренней сонной артерии 75% и более, критическая ишемия нижних конечностей; 4-я группа (n=21, 17,5%) – с онкологическими заболеваниями.

Результаты. Летальные исходы в течение двух лет были зарегистрированы у 18 (15%) пациентов, при этом только у 3 (16,7%) из них причиной смерти был острый инфаркт миокарда. Самой распространенной причиной летального исхода было прогрессирование онкологического заболевания и осложнений, связанных с ним – в 7 (38,9%) случаях от числа всех смертей. Острое нарушение мозгового кровообращения было причиной летального исхода у 2 (11,1%) пациентов.

Заключение. Чрескожное коронарное вмешательство у коморбидных больных с трехсосудистым поражением коронарных артерий, включая поражение ствола ЛКА (с SYNTAX более 22), является эффективным и безопасным методом прямой реваскуляризации миокарда у больных, которым было отказано в проведении операции КШ. Сопутствующее онкологическое заболевание статистически значимо повышает риск смерти в отдаленном двухлетнем периоде наблюдения ($p_{4,p_{1,2,3}}=0,037$).

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, чрескожное коронарное вмешательство, чрескожное коронарное вмешательство высокого риска, коронарное шунтирование, «сердечная команда», высокий хирургический риск, коморбидность, сопутствующие заболевания

Для цитирования: Алеян Б.Г., Карапетян Н.Г., Навалиев Ю.М., Новак А.Я., Мелешенко Н.Н., Токмаков Е.В., Гёлецян Л.Г., Кныш Ю.Б., Галстян А.В., Антонян Х.В., Ревишвили А.Ш. Отдаленные двухлетние результаты чрескожных коронарных вмешательств у коморбидных пациентов с высоким хирургическим риском. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (1): 32–41. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-32-41

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 22.12.2023
Принята к печати 19.01.2024

The long-term results of percutaneous coronary interventions in high surgical risk comorbid patients

B.G. Alekyan^{1,2}, *N.G. Karapetyan*¹, *Yu.M. Navaliev*^{1✉}, *A.Ya. Novak*¹, *N.N. Meleshenko*¹, *E.V. Tokmakov*¹, *L.G. Geletsyan*¹, *Yu.B. Knysh*¹, *A.V. Galstyan*¹, *Kh.V. Antonyan*¹, *A.Sh. Revishvili*^{1,2}

¹Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Moscow, Russian Federation

²Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russian Federation

Bagrat G. Alekyan, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of RAS, Deputy Director for Science and Research, Head of Department; orcid.org/0000-0001-6509-566X

Narek G. Karapetyan, Cand. Med. Sci., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-7623-8635

✉**Yuzbeg M. Navaliev**, Postgraduate; orcid.org/0000-0002-1401-6746, e-mail: yuzbegnavaliev@gmail.com

Aleksandr Ya. Novak, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-2442-7415

Nikolay N. Meleshenko, Cand. Med. Sci., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-4204-1092

Eugeniy V. Tokmakov, Anaesthesiologist, orcid.org/0000-0002-2821-0865

Lilit G. Geletsyan, Cand. Med. Sci., Cardiologist; orcid.org/0000-0002-4023-4317

Yulia B. Knysh, Cardiologist; orcid.org/0000-0001-6419-7939

Artur V. Galstyan, Postgraduate; orcid.org/0000-0003-1142-6763

Khachik V. Antonyan, Resident; orcid.org/0009-0009-2070-0219

Amiran Sh. Revishvili, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of RAS, Director of Center; orcid.org/0000-0003-1791-9163

Abstract

Aim of the study – to evaluate the long-term outcomes of percutaneous coronary intervention (PCI) in high-risk patients with coronary artery disease and comorbidities.

Material and methods. A retrospective analysis of long-term, two-year, results of 120 patients, who underwent PCI between January 1, 2019 to December 31, 2021 National Medical Research Center of Surgery named after A.V. Vishnevsky is presented. Inclusion criteria: three-vessel lesion of the coronary arteries with/without left main trunk lesion (SYNTAX >22) with concomitant comorbid pathology, absence of improvement in clinical condition following optimal medical therapy, decision of the cardiac team declining to perform coronary artery bypass surgery (CABG), and percutaneous coronary intervention. Exclusion criteria were: SYNTAX ≤22, acute coronary syndrome in the during hospitalization before planned PCI, history of CABG. Due to severe concomitant pathology, CABG was not performed at all. Based on concomitant diseases, patients were divided into four groups: 1 group (n=30, 25%) – with cardiac concomitant pathology, which included distal lesions of the coronary arteries, pathology of the heart valve and reduced systolic function of the left ventricle, with ejection fraction ≤35%; 2 group (n=34, 28.3%) – with extracardiac concomitant pathology: chronic kidney disease ≥3a degree (KDIGO), chronic obstructive pulmonary disease ≥2 severity, uncompensated bronchial asthma, respiratory failure due to previous pulmonary embolism, obesity (body mass index ≥30 kg/m²), senile asthenia or “fragility” and other comorbid conditions (liver echinococcosis, small bowel fistula); 3 group (n=35, 29.2%) – with diseases of peripheral arteries: stenosis of the internal carotid artery ≥75%, critical ischemia of the lower extremities; 4 group (n=21, 17.5%) – with cancer.

Results. Lethal outcomes within two years were recorded in 18 (15%) patients, while in only 3 (16.7%) cases, the cause of death was an acute myocardial infarction. The most common cause of a fatal outcome was the progression of cancer and associated complications in 7 cases (38.9% of all mortalities). Stroke was the cause of mortality in 2 (11.1%) patients.

Conclusion. Percutaneous coronary intervention in patients with comorbidities and three-vessel coronary artery disease, including lesions in the left main coronary artery (with a SYNTAX >22) is an effective and safe approach for direct myocardial revascularization. The presence of comorbid cancer significantly increases the risk of death during a two-year follow-up period ($p_4-p_{1,2,3} = 0.037$).

Keywords: coronary artery disease, percutaneous coronary intervention, high-risk percutaneous coronary intervention, coronary artery bypass grafting, heart team, high surgical risk, comorbidity, accompanying illnesses

For citation: Alekyan B.G., Karapetyan N.G., Navaliev Yu.M., Novak A.Ya., Meleshenko N.N., Tokmakov E.V., Geletyan L.G., Knysht Yu.B., Galstyan A.V., Antonyan Kh.V., Revishvili A.Sh. The long-term results of percutaneous coronary interventions in high surgical risk comorbid patients. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (1): 32–41 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-32-41

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

Received December 22, 2023

Accepted January 19, 2024

Введение

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) с тяжелым поражением коронарных артерий (SYNTAX более 22) в сочетании с различными коморбидными состояниями часто является причиной отказа пациентам в выполнении операции коронарного шунтирования (КШ). Это привело к появлению нового термина – «чрескожные коронарные вмешательства высокого риска», однако их эффективность и безопасность до настоящего времени недостаточно изучены. В связи с этим, по данным действующих клинических рекомендаций, стратегия лечения данной группы пациентов определяется решением консилиума «сердечной команды» [1–3]. По данным V. De Marzo et al., критериями пациентов с ИБС высокого риска, которым планируется ЧКВ, являются: коморбидность (тяжелый сахарный диабет (СД), хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ), хроническая болезнь почек (ХБП), «хрупкость» и пожилой возраст), сложное поражение коронарных артерий (многососудистое, бифуркационное, поражение ствола левой коронарной артерии (ЛКА), хроническая окклюзия), нарушение гемодинамики (низкая фракция выброса (ФВ) ЛЖ, тяжелое поражение клапанов сердца) [4]. N. Yager et al. указывают на рост частоты госпитальной летальности после ЧКВ в зависимости от увеличения числа сопутствующих заболеваний [5]. Отечественные авторы также подтверждают негативное влияние полиморбидности на выживаемость пациентов после прямой реваскуляризации миокарда [6]. По данным S.W. Waldo et al., 22% пациентов с ИБС и трехсосудистым поражением коронарных артерий считается нецелесообразно выполнять КШ ввиду клинических данных или отказа самого

пациента [7]. Отказ от реваскуляризации миокарда у данных пациентов имеет неблагоприятный прогноз, особенно при наличии многососудистого поражения или сужения ствола ЛКА [1, 7]. J. Sorin et al. в своем исследовании сравнили результаты ЧКВ у пациентов с высоким и низким рисками. Сложное ЧКВ с высоким риском (возраст старше 80 лет, фракция выброса ЛЖ до 30%, заместительная почечная терапия или ранее выполненное коронарное шунтирование в анамнезе, планирующееся вмешательство на стволе левой коронарной артерии, хроническая окклюзия венечной артерии или наличие более двух поражений как минимум в двух коронарных артериях) было связано с риском увеличения летальности в 2,5 раза в течение 1 года [8].

Нами в 2023 г. были опубликованы госпитальные результаты ЧКВ у 144 пациентов с высоким хирургическим риском с наличием следующих сопутствующих заболеваний: тяжелой кардиальной и внекардиальной патологии, патологии периферических артерий, а также онкологических заболеваний. Все пациенты имели трехсосудистое поражение коронарных артерий с SYNTAX более 22 и как минимум одно или несколько сопутствующих заболеваний. В исследование были включены также пациенты с поражением ствола ЛКА, бифуркационными сужениями и хроническими окклюзиями коронарных артерий (ХОКА). На госпитальном этапе не было выявлено ни одного летального исхода, отмечен 1 (0,7%) случай острого инфаркта миокарда (ОИМ) и 1 (0,7%) случай транзиторной ишемической атаки [9].

Материал и методы

Данная работа является продолжением ранее представленного нами одноцентрового ретроспективного исследования с целью изу-

чить госпитальные результаты ЧКВ у 144 пациентов с тяжелой формой стабильной ИБС (с трехсосудистым поражением коронарных артерий и показателем SYNTAX более 22) в сочетании с различными сопутствующими заболеваниями [9]. Решением консилиума «сердечной команды», действующего в НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневого Минздрава России (далее Центр), всем пациентам в связи с высоким хирургическим риском было отказано в проведении операции КШ и выполнено ЧКВ. Период наблюдения за пациентами составил 24 мес. Оценивались такие показатели, как летальность от всех причин, летальность от инфаркта миокарда (ИМ), повторная реваскуляризация миокарда, влияние сопутствующей патологии на отдаленную летальность, а также качество жизни пациентов после возврата стенокардии. Отдаленные результаты были изучены у 120 (83,3%) из 144 пациентов.

В зависимости от сопутствующих заболеваний пациенты были распределены на четыре группы: 1-я группа (n=30, 25%) – с кардиальной сопутствующей патологией, к которой относились дистальный характер поражения коронарных артерий, патология клапанного аппарата сердца и сниженная систолическая функция левого желудочка с фракцией выброса 35% и менее; 2-я группа (n=34, 28,3%) – с внесердечной сопутствующей патологией: ХБП 3а степени и более (KDIGO), ХОБЛ II степени и более, некомпенсированная бронхиальная астма, дыхательная недостаточность на фоне перенесенной тромбоэмболии легочной артерии (ТЭЛА), ожирение (индекс массы тела (ИМТ) 30 кг/м² и более), старческая астения или «хрупкость» и другие коморбидные состояния (эхинококкоз печени, тонкокишечный свищ); 3-я группа (n=35, 29,2%) – с заболеваниями периферических артерий: стеноз внутренней сонной артерии 75% и более, критическая ишемия нижних конечностей; 4-я группа (n=21, 17,5%) – с онкологическими заболеваниями. Подробная клиническая характеристика пациентов по группам представлена в таблице 1.

Из 120 пациентов только 17 (14,2%) имели одно сопутствующее коморбидное заболевание, 31 (25,8%) – 2 заболевания, 37 (30,8%) – 3, 26 (21,7%) – 4, 8 (6,7%) – 5 заболеваний и 1 (0,8%) пациент имел одновременно 6 сопутствующих заболеваний (M = 2,83, SD = 1,17).

Для статистического анализа использовали программное обеспечение SPSS Statistics (IBM, США, версия 29). Для описания непрерывных переменных данные объединяли в вариационные ряды и проводили расчет средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD) или медиан (Me) и интерквартильного размаха (ИКР) в зависимости от нормальности распределения. Расчет нормальности распределения выполнялся при помощи критерия Шапиро–Уилка. Номинальные данные описывали с помощью абсолютных величин и процентных долей. Сравнение независимых выборок при наличии нормального распределения проводили с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA), при отсутствии нормального распределения использовался критерий Краскела–Уоллиса. Сравнение номинальных данных проводилось при помощи критерия Хи-квадрат Пирсона или точного критерия Фишера в зависимости от числа наблюдаемых явлений (менее 5). Для определения зависимости качественной переменной от количественных показателей использовался метод дискриминантного анализа с определением константы дискриминации, чувствительности и специфичности. Сравнение средних значений дискриминантной функции в группах проводилось с помощью коэффициента λ Уилкса. Для оценки выживаемости пациентов была использована кривая Каплана–Мейера с логранговым анализом Мантела–Кокса. Результаты оценивали как статистически значимые при $p < 0,05$.

Результаты

У 18 (15%) пациентов в двухлетнем периоде наблюдения имели место летальные исходы: у 3 (16,7%) причиной смерти был ОИМ, у 7 (38,9%) – прогрессирование онкологического заболевания, по 2 (11,1%) летальных исхода из-за острого нарушения мозгового кровообращения, синдрома полиорганной недостаточности (СПОН) и ТЭЛА, разрыва аневризмы абдоминального отдела аорты (AAA) по 1 (5,6%) случаю смерти от новой коронавирусной инфекции (SARS-CoV-2) (табл. 2). Следует отметить, что было получено статистически достоверное различие по показателю летальности между группами. В 1-й группе у больных с тяжелой кардиальной сопутствующей патологией было 3 летальных

исхода, во 2-й группе у пациентов с внекардиальными сопутствующими заболеваниями – 3, в 3-й группе у больных с заболеваниями пери-

ферических артерий – 4, в 4-й группе (больные с онкологическими заболеваниями) – 8 летальных исходов. Летальность в 4-й груп-

Таблица 1

Клиническая характеристика пациентов по группам

Показатель	1-я группа (n=30)		2-я группа (n=34)		3-я группа (n=35)		4-я группа (n=21)		Всего пациентов		p
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	
Пациенты мужского пола	18	60,0	27	79,4	28	80,0	20	95,2	93	77,5	0,028
Пациенты женского пола	12	40,0	7	20,6	7	20,0	1	4,8	27	22,5	$p_{1-4}=0,027$ 0,028
Возраст, лет (M±SD)	70,5±6,9		70,8±8,9		68,9±6,2		71,9±8,4		70,4±7,6		0,454
Артериальная гипертензия	29	96,7	33	97,1	31	88,6	18	85,7	111	92,5	0,067
Сахарный диабет	14	46,7	8	23,5	12	34,4	5	23,8	39	32,5	0,309
СКФ, мл/мин/1,73 м ² (M±SD)	60±13,3		64,4±16,6		70,2±14,9		67,8±17,7		65,6±15,9		0,108
Поражение ствола ЛКА	7	23,3	16	47,1	12	34,4	9	42,9	44	36,7	0,231
ХОКА	13	43,3	20	58,8	17	48,6	13	61,9	63	52,5	0,484
ФК СН:											
II	3	10,0	3	8,8	3	8,6	3	14,3	12	10,0	0,690
III	17	56,7	21	61,8	23	65,7	12	57,1	73	60,8	0,610
IV	9	30,0	5	14,7	2	5,7	0	–	16	13,3	0,003
Безболевая форма ИБС	1	3,3	5	14,7	7	20,0	6	28,6	19	15,8	$p_{1,4-3}=0,011$ 0,067
SYNTAX (M±SD), (Me; Q1–Q3)	27,8±5,8 25 (24–30)		30,7±6,6 29 (26–33,5)		30±5,8 29 (26–33)		31,5±10,5 27 (24–36)		30±7,1 28 (24–33)		0,184

Примечание. СКФ – скорость клубочковой фильтрации; СН – сердечная недостаточность; ФК – функциональный класс.

Таблица 2

Летальность после ЧКВ в отдаленном периоде (24 мес)

Показатель	1-я группа (n=30)		2-я группа (n=34)		3-я группа (n=35)		4-я группа (n=21)		Всего (n=120)		p
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	
Смерть от всех причин:	3	2,5	3	2,5	4	3,3	8	6,7	18	15,0	p_4- $p_{1,2,3}=0,037$
ОИМ	–	–	2	1,67	1	0,83	–	–	3	16,7	–
ОНМК	–	–	–	–	1	0,83	1	0,83	2	11,1	–
онкология	1	0,83	–	–	–	–	6	5,0	7	38,9	–
SARS-CoV-2	1	0,83	–	–	–	–	–	–	1	5,6	–
СПОН	1	0,83	1	0,83	–	–	–	–	2	11,1	–
разрыв ААА	–	–	–	–	1	0,83	–	–	1	5,6	–
ТЭЛА	–	–	–	–	1	0,83	1	0,83	2	11,1	–

Таблица 3

Динамика изменения клинической картины стенокардии напряжения до и после ЧКВ (24 мес)

Период	I ФК		II ФК		III ФК		IV ФК		ББИМ		Отсутствие стенокардии		Всего, n
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
До ЧКВ	0	–	12	10,0	73	60,8	16	13,3	19	15,8	–	–	120
После ЧКВ	11	9,2	16	13,3	8	6,7	0	–	19	15,8	66	55,0	120

Примечание. ББИМ – безболевого ишемия миокарда.

Таблица 4

Отдаленная летальность у пациентов в зависимости от полноты реваскуляризации миокарда

Реваскуляризация миокарда	Число пациентов, n	Летальность					
		от всех причин			от ИМ		
		n	%	p	n	%	p
Полная	31	1	3,2	0,040	0	0	0,568
Неполная	89	17	19,1		3	3,4	

Таблица 5

Клиническая картина стенокардии напряжения через 2 года в зависимости от полноты реваскуляризации миокарда

Реваскуляризация	Число пациентов, n	Стенокардия, n (%)	Отсутствие стенокардии, n (%)
Полная	31	7 (22,6)	24 (77,4)
Неполная	89	28 (31,5)	61 (68,5)

пе, по сравнению с остальными группами, показала статистически значимое различие ($p_{1,2,3} - p_4 = 0,037$), что указывает на высокий риск отдаленной летальности после ЧКВ у онкологических пациентов.

Ключевое значение в исследовании имели регресс жалоб на стенокардию напряжения и снижение функционального класса стенокардии у пациентов. После ЧКВ в отдаленном периоде III ФК стенокардии напряжения сохранился только у 6,7% пациентов, а 55% – вообще не имели в отдаленном периоде жалоб на стенокардию (табл. 3).

В подгруппе пациентов с полной реваскуляризацией миокарда ($n=31$) летальный исход отмечен у 1 (3,2%) пациента, с неполной ($n=89$) – у 17 (19,1%) пациентов (табл. 4). Были выявлены статистически достоверные различия в летальности от всех причин в зависимости от полноты реваскуляризации миокарда ($p=0,04$). Однако достоверных различий в летальности от острого инфаркта миокарда в зависимости от полноты реваскуляризации не выявлено ($p=0,568$).

Напротив, полнота реваскуляризации не повлияла на возврат стенокардии напряжения в отдаленном периоде наблюдения ($p=0,053$).

При полной реваскуляризации миокарда отсутствие симптомов стенокардии наблюдалось у 77,4% пациентов, а при неполной – у 68,5% (табл. 5).

Достоверного увеличения частоты повторной реваскуляризации миокарда в зависимости от полноты реваскуляризации не отмечено ($p=0,674$). Повторной реваскуляризации миокарда в отдаленном периоде подверглись 16 (13,3%) пациентов (табл. 6, рис. 1): 4 – в связи с тромбозом стентов, 10 – в связи с рестенозом стентов и 2 – в связи с прогрессированием атеросклероза в нецелевой коронарной артерии.

Для оценки влияния количества сопутствующих заболеваний на отдаленную летальность была составлена дискриминантная модель ($Y_{\text{летал.}} = -2,414 + 0,852 \cdot X_{\text{кол-во соп}}$, где $Y_{\text{летал.}}$ – дискриминантная функция, а $X_{\text{кол-во соп}}$ – количество сопутствующих заболеваний, константа дискриминации составила $-0,027$. В результате анализа было определено, что наличие 3 и более сопутствующих заболеваний повышает риск отдаленной летальности, однако при сравнении средних значений дискриминантной функции между группами статистически значимых различий не выявлено ($p=0,828$),

Повторные ЧКВ у пациентов в зависимости от полноты реваскуляризации миокарда

Реваскуляризация миокарда	Число пациентов, n	Повторное ЧКВ		
		n	%	p
Полная	31	7	5,8	0,674
Неполная	89	9	7,5	

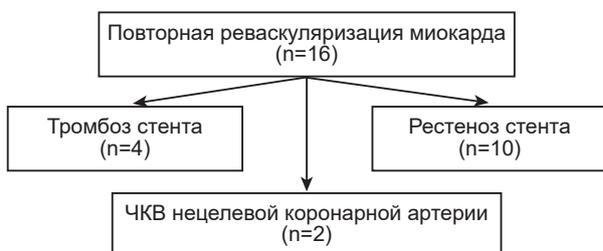


Рис. 1. Повторная реваскуляризация миокарда в отдаленном двухлетнем периоде

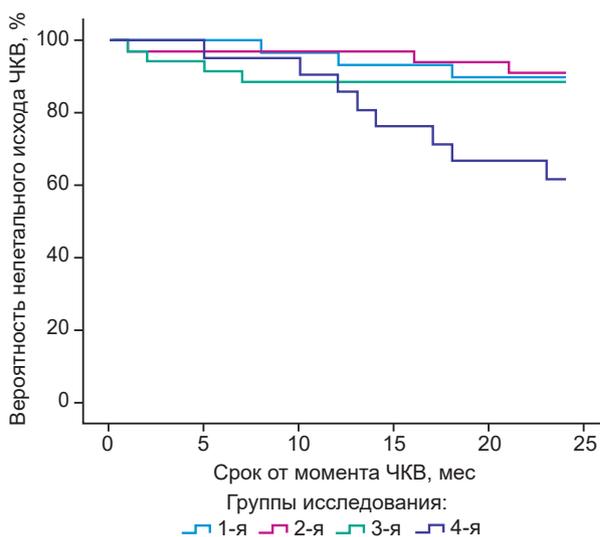


Рис. 2. Кривая выживаемости Каплана–Мейера

что подтверждается низким уровнем чувствительности модели (67%) и ее специфичности (42%).

При построении кривых выживаемости Каплана–Мейера и проведении Log-rank теста (анализ Мантела–Кокса) отмечены статистически достоверные различия в общей выживаемости пациентов между группами за период наблюдения 24 мес ($p=0,013$). Пациенты 4-й группы с онкологическими сопутствующими заболеваниями имели более низкую выживаемость в отдаленном двухлетнем периоде (рис. 2).

Обсуждение

Таким образом, полученные данные подтверждают важность достижения полной ревас-

куляризации миокарда у этой тяжелой группы пациентов. Следует, однако, помнить, что у данной когорты больных, ввиду пожилого возраста, тяжелой сопутствующей патологии и выраженности поражений коронарных артерий (SYNTAX более 22), достижение полной реваскуляризации миокарда сопряжено с высоким операционным риском, а в некоторых случаях и вовсе является недостижимой задачей.

В некоторых исследованиях показано, что пациенты, которым было отказано в проведении КШ и выполнено ЧКВ, характеризуются статистически значимо более неблагоприятным прогнозом по сравнению с пациентами, у которых возможно выполнение как КШ, так и ЧКВ [7, 10]. Тем не менее, следует отметить, что результаты этих исследований не позволяют определить тактику ведения пациентов с высоким хирургическим риском при отсутствии возможности выполнения им КШ и оценить баланс пользы и риска от ЧКВ по сравнению с невыполнением реваскуляризации миокарда [11].

В исследовании M. Ono et al. основной целью было сопоставление 10-летних результатов ЧКВ и КШ в группе пациентов старше 70 лет при наличии трехсосудистого поражения или сужения ствола ЛКА. Среднее значение SYNTAX составило 30, в значительной части случаев выявлялась коморбидная патология. Показано, что 10-летняя выживаемость статистически значимо не различается после проведения ЧКВ и КШ как в данной возрастной группе, так и у более молодых пациентов. Частота MACE в группе ЧКВ была статистически выше, чем после проведения КШ у пациентов моложе 70 лет, в то время как в группе пациентов старше 70 лет статистически значимых различий по данному показателю после проведения КШ и ЧКВ выявлено не было [12]. В нашей работе все пациенты имели средний возраст 70 лет, а среднее значение SYNTAX – 29,6. Учитывая, что всем пациентам было отказано в выполнении операции КШ, представленные нами результаты

невозможно экстраполировать на пациентов, которым возможно выполнить как КШ, так и ЧКВ. Однако отсутствие госпитальной летальности и незначительная отдаленная летальность свидетельствуют об эффективном и безопасном применении ЧКВ у данной когорты больных [9].

В 2023 г. вышла статья с более детальным анализом 10-летних результатов исследования SYNTAX. Авторы указывают, что пожилые пациенты (старше 70 лет) с трехсосудистым поражением коронарных артерий и сужением ствола ЛКА имели сопоставимую 10-летнюю смертность и отсутствие различий по качеству жизни в 5-летнем периоде независимо от метода реваскуляризации [13]. В связи с этим следует еще раз отметить, что в исследовании SYNTAX было небольшое число коморбидных пациентов у всех пациентов можно было использовать оба метода прямой реваскуляризации миокарда.

J. Sorin et al. в своем исследовании сравнили результаты сложного ЧКВ у пациентов с высоким и низким риском. Из 4478 пациентов у 1730 определялось ЧКВ высокого хирургического риска. Летальность в однолетнем периоде наблюдения в этой группе составила 4,1% против 1% в группе ЧКВ низкого риска ($p=0,001$). Независимыми предикторами увеличения летальности были определены: возраст старше 80 лет, терминальная почечная недостаточность с гемодиализом, ФВ до 30% и реваскуляризация трех и более зон поражения коронарной артерии [8].

N. Yager et al. оценивали госпитальные результаты планового ЧКВ у 33 568 пациентов. Пациенты были разделены по тяжести поражения коронарных артерий (1-, 2-, 3-сосудистое поражение или сужение ствола ЛКА), а также по количеству сопутствующих заболеваний. Больные с ОКС, кардиогенным шоком или КШ в анамнезе были исключены из исследования. Анализ результатов показал, что после ЧКВ у пациентов без поражения ствола ЛКА, но с наличием 4 или более сопутствующих заболеваний госпитальная летальность составила 6,8% ($p<0,0001$), а у пациентов с поражением ствола ЛКА – 13,3% ($p<0,0001$). Общая летальность в исследовании, вне зависимости от коморбидности, при 3-сосудистом поражении коронарных артерий составила 0,54%, при поражении ствола ЛКА – 3,24%. При наличии 3 сопутствующих

заболеваний летальность составила 2,5%, при 4 и более заболеваниях – 7,4%, вне зависимости от тяжести поражения коронарного русла. Основными отягощающими факторами и сопутствующими заболеваниями были возраст старше 80 лет, ИМТ менее 18,5 кг/м², ФВ ЛЖ до 35%, ХСН, желудочковые аритмии, заболевания периферических артерий, ХОБЛ и ХБП [5]. В нашей работе 35 пациентов имели 4 и более сопутствующих заболеваний, 37 – 3 заболевания, 31 – 2 и только 17 пациентов – одно сопутствующее заболевание. Несмотря на это, летальных исходов в госпитальном периоде в нашей группе не наблюдалось. Все 5 пациентов, у которых были выявлены осложнения на госпитальном этапе (ОИМ с подъемом сегмента ST, перфорация коронарной артерии, транзиторная ишемическая атака и 2 осложнения места доступа) имели от 2 до 5 сопутствующих заболеваний, среднее количество составило 3,4 [9].

По данным исследования REVIVED-BCIS2, результаты которого опубликованы в 2022 г., ЧКВ не улучшает прогноз (снижение летальности и количества госпитализаций по поводу СН) у пациентов с дисфункцией ЛЖ по сравнению с оптимальной медикаментозной терапией (ОМТ). Не выявлено эффективности ЧКВ у данной группы пациентов в двухлетнем периоде наблюдения (отношение рисков 0,99; 95% доверительный интервал 0,78–1,27). Качество жизни было лучше в группе ЧКВ, но это различие уменьшалось в течение 24 мес. Отметим, что, несмотря на отсутствие лучшего прогноза ЧКВ у пациентов с хронической сердечной недостаточностью (ФВ ЛЖ до 35%), результаты между группами ЧКВ и ОМТ не имели статистических различий [14]. Напротив, по данным ретроспективного анализа T.J. Wroghy et al., у пациентов с дисфункцией ЛЖ смертность от всех причин была ниже в группе ЧКВ, чем в группе ОМТ (21,6% против 30,0%; $p<0,001$). При трехлетнем периоде наблюдения по вторичной конечной точке – повторной госпитализации или смерти от всех причин – результат был лучше в группе ЧКВ (76,5% против 83,8%; $p<0,001$) [15].

Согласно современным рекомендациям, пациентам с дисфункцией левого желудочка показано выполнение КШ, однако наличие других коморбидных состояний может

стать причиной отказа в выполнении этой операции. Учитывая, что средний возраст пациентов в исследовании REVIVED-BCIS2 составлял 70 лет, вероятность полиморбидности в данной группе больных очень высока. А результаты исследования указывают на возможность безопасного выполнения ЧКВ данным пациентам в госпитальном и отдаленном двухлетнем периоде. Особенно важно, что ЧКВ статистически значимо улучшает качество жизни в период 6 и 12 мес [14]. Для больных с небольшой ожидаемой продолжительностью жизни, каковыми часто являются коморбидные пациенты с ИБС, это имеет большое социальное значение. Наше исследование включало 11 пациентов с систолической дисфункцией левого желудочка (ФВ ЛЖ до 35%), которые были полиморбидными и имели от 3 до 5 сопутствующих заболеваний, а средний возраст составил 70 лет. Особенностью данных пациентов было высокое среднее значение риска по шкале EuroSCORE II – 6,05%, однако ни один из них не имел осложнений на госпитальном этапе. В отдаленном двухлетнем периоде летальность была зафиксирована в 3 случаях, а возврат стенокардии и повторная реваскуляризация миокарда – в 1 случае спустя 11 мес.

По результатам проведенного нами исследования высокая летальность в отдаленном двухлетнем периоде после ЧКВ была ассоциирована только с онкологическими заболеваниями ($p=0,037$). Подгруппа пациентов с онкологическими заболеваниями включала 21 пациента, без онкологических заболеваний – 99 пациентов. Летальный исход в этих группах пациентов отмечен в 38,1% и 10,1% случаев соответственно, что сопоставимо с данными других авторов. В работе S.M. Mrotzek et al. летальность после ЧКВ в однолетнем периоде наблюдения составила 46% у онкологических больных против 8% – у неонкологических ($p<0,001$) [16].

Выводы

1. У пациентов с ИБС высокого хирургического риска, которым по результатам консилиума «сердечной команды» было отказано в выполнении коронарного шунтирования, ЧКВ является эффективным и безопасным методом прямой реваскуляризации миокарда. Летальность в отдаленном двухлетнем периоде наблюдения составила 15%.

2. В группе пациентов с онкологическими сопутствующими заболеваниями отмечено статистически значимое увеличение частоты летальности в отдаленном двухлетнем периоде по сравнению с группами с тяжелой кардиальной, внекардиальной сопутствующей патологией и заболеваниями периферических артерий ($p=0,037$).

3. Выполнение неполной реваскуляризации миокарда имеет статистически достоверную связь с повышением летальности от всех причин в отдаленном двухлетнем периоде ($p=0,04$).

4. Не выявлено связи между количеством сопутствующих заболеваний и отдаленной двухлетней летальностью у больных, перенесших ЧКВ ($p=0,828$).

Литература/References

1. Neumann F.J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A.P., Benedetto U. et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur. Heart J.* 2019; 40 (2): 87–165. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz507
2. Lawton J.S., Tamis-Holland J.E., Bangalore S., Bates E.R., Beckie T.M., Bischoff J.M. et al. 2021 ACC/AHA/SCAI guideline for coronary artery revascularization: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation.* 2022; 145 (3): e4–e17. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001039
3. Клинические рекомендации. Стабильная ишемическая болезнь сердца 2020. www.cardioweb.ru/files/glavny-kardiolog/rekomendation
4. Clinical recommendations. Stable coronary heart disease 2020. www.cardioweb.ru/files/glavny-kardiolog/rekomendation (in Russ.).
5. De Marzo V., D'amarico D., Galli M., Vergallo R., Porto I. High-risk percutaneous coronary intervention: how to define it today? *Minerva Cardioangiol.* 2018; 66 (5): 576–593. DOI: 10.23736/s0026-4725.18.04679-0
6. Yager N., Schulman-Marcus J., Torosoff M. Coronary anatomy and comorbidities impact on elective PCI outcomes in left main and multivessel coronary artery disease. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2021; 98 (3): 436–444. DOI: 10.1002/ccd.29368
7. Соколова Н.Ю., Голухова Е.З. Коморбидность в прогнозировании отдаленных результатов реваскуляризации миокарда у больных ишемической болезнью сердца. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2018; 11 (5): 22–27. DOI: 10.17116/kardio20181105122
8. Sokolova N.Yu., Golukhova E.Z. Comorbidity in predicting the long-term outcomes of myocardial revascularization in patients with coronary artery disease. *Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery.* 2018; 11 (5): 22–27 (in Russ.). DOI: 10.17116/kardio20181105122
9. Waldo S.W., Secemsky E.A., O'Brien C., Kennedy K.F., Pomerantsev E., Sundt III T.M. et al. Surgical ineligibility and mortality among patients with unprotected left main or multivessel coronary artery disease undergoing percutaneous coronary intervention.

- Circulation*. 2014; 130 (25): 2295–2301. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.114.011541
8. Brener S.J., Cunn G.J., Desai P.H., Faroqui M., Ha L.D., Handa G. et al. A novel risk score to predict one-year mortality in patients undergoing complex high-risk indicated percutaneous coronary intervention (CHIP-PCI). *J. Invasive Cardiol*. 2021; 33 (4): E253–E258. PMID: 33542159.
 9. Алекаян Б.Г., Карапетян Н.Г., Навалиев Ю.М., Новак А., Мелешенко Н.Н., Гелецяян Л.Г. и др. Госпитальные результаты чрескожных коронарных вмешательств у пациентов высокого хирургического риска при невозможности выполнения коронарного шунтирования. *Эндоваскулярная хирургия*. 2023; 10 (1): 13–22. DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-1-13-22
Alekyan B.G., Karapetyan N.G., Navaliev Yu.M., Novak A.Ya., Meleshenko N.N., Geletsyan L.G. et al. In-hospital outcomes of percutaneous coronary interventions of high-risk patients when coronary artery bypass grafting is not possible. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2023; 10 (1): 13–22 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-1-13-22
 10. McDaniel M. In-hospital risk-adjusted mortality poorly reflects PCI quality: so why is it being used? *JACC: Cardiovasc. Interv*. 2017; 10 (7): 683–685. DOI: 10.1016/j.jcin.2017.01.008
 11. Schulman-Marcus J., Peterson K., Banerjee R., Samy S., Yager N. Coronary revascularization in high-risk stable patients with significant comorbidities: challenges in decision-making. *Curr. Treatment Options Cardiovasc. Med*. 2019; 21: 1–10. DOI: 10.1007/S11936-019-0706-7
 12. Ono M., Serruys P.W., Hara H., Kawashima H., Gao C., Wang R. et al. SYNTAX Extended Survival Investigators. 10-year follow-up after revascularization in elderly patients with complex coronary artery disease. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2021; 77 (22): 2761–2773. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.04.016
 13. Serruys P.W., Revaiah P.C., Ninomiya K., Masuda S., Kotoku N., Kageyama S. et al. 10 years of SYNTAX: closing an era of clinical research after identifying new outcome determinants. *JACC: Asia*. 2023; 3 (3_Part_2): 409–430. DOI: 10.1016/j.jacasi.2023.03.014
 14. Perera D., Clayton T., O’Kane P.D., Greenwood J.P., Weerackody R., Ryan M. et al. Percutaneous revascularization for ischemic left ventricular dysfunction. *N. Engl. J. Med*. 2022; 387 (15): 1351–1360. DOI: 10.1056/NEJMoa2206606
 15. Brophy T.J., Warsavage T.J., Hebbe A.L., Plomondon M.E., Waldo S.W., Rao S.V. et al. Percutaneous coronary intervention in patients with stable coronary artery disease and left ventricular systolic dysfunction: insights from the VA CART program. *Am. Heart J*. 2021; 235: 149–157. DOI: 10.1016/j.ahj.2021.02.002
 16. Mrotzek S.M., Lena A., Hadzibegovic S., Ludwig R., Al-Rashid F., Mahabadi A.A. et al. Assessment of coronary artery disease during hospitalization for cancer treatment. *Clin. Res. Cardiol*. 2021; 110: 200–210. DOI: 10.1007/s00392-020-01719-5

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.132.2-073.43-089

Сравнительная эффективность пункции дистальной лучевой артерии под ультразвуковым и пальпаторным контролем у пациентов с острым коронарным синдромом с подъемом сегмента ST

А.В. Костин^{1,2}, К.В. Анисимов², М.Б. Осканов², Д.В. Скрыпник^{1,2}

¹ ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

² ГБУЗ «Городская клиническая больница им. И.В. Давыдовского» Департамента здравоохранения Москвы, Москва, Российская Федерация

✉ **Костин Андрей Вячеславович**, ассистент кафедры кардиологии, врач; orcid.org/0000-0002-1330-1756, e-mail: kostilok@yandex.ru

Анисимов Кирилл Владимирович, канд. мед. наук, врач; orcid.org/0000-0002-4532-4434

Осканов Магомед Бесланович, врач

Скрыпник Дмитрий Владимирович, д-р мед. наук, заведующий кафедрой кардиологии, заведующий отделением рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0001-7457-8057

Резюме

Цель – сравнить эффективность дистальной пункции лучевой артерии под ультразвуковым и пальпаторным контролем у пациентов с острым коронарным синдромом с подъемом сегмента ST (ОКСпST).

Материал и методы. В одноцентровое проспективное исследование был включен 91 пациент, поступивший с диагнозом ОКСпST, которым проводилось чрескожное коронарное вмешательство.

Основную группу составили 49 пациентов, у которых использовали дистальный трансрадиальный доступ, выполненный с ультразвуковой ассистенцией. В группу контроля вошло 42 больных, у которых доступ был осуществлен с использованием традиционной техники (пальпаторный контроль).

Результаты были оценены интраоперационно и через 48–72 ч после вмешательства. Конечные точки исследования состояли в определении технических и постпроцедуральных особенностей радиального доступа. Среди технических особенностей сравнивали: время осуществления доступа, частоту пункции с первой попытки, успех дистальной катетеризации и частоту конверсии доступа. К постпроцедуральным особенностям относились: болезненность в месте доступа, подкожная гематома, окклюзия лучевой артерии, а также их совокупность.

Результаты. По сравнению с группой контроля при использовании ультразвуковой ассистенции время пункции лучевой артерии было достоверно меньше (01:02 против 01:30 (мин:с), $p < 0,001$); достоверно чаще наблюдалась частота успешной дистальной катетеризации (93,9% против 59,5%, $p = 0,0001$), а также частота пункции с первой попытки (85,7% против 57,1%, $P = 0,004$). Кроме того, основная группа характеризовалась меньшей частотой встречаемости всех осложнений, ассоциированных с артериальным доступом (кумулятивная контрольная точка: 8,2% против 35,7%, $P = 0,002$).

Заключение. Применение ультразвуковой ассистенции при дистальном трансрадиальном доступе сопровождается сокращением времени пункции, более высокой частотой успешной катетеризации, а также уменьшением частоты осложнений, связанных с сосудистым доступом.

Ключевые слова: острый коронарный синдром с подъемом сегмента ST, дистальный радиальный доступ, ультразвуковая ассистенция, радиальный доступ

Для цитирования: Костин А.В., Анисимов К.В., Осканов М.Б., Скрыпник Д.В. Сравнительная эффективность пункции дистальной лучевой артерии под ультразвуковым и пальпаторным контролем у пациентов с острым коронарным синдромом с подъемом сегмента ST. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (1): 42–51. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-42-51

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 23.01.2024
Принята к печати 08.02.2024

Comparison of ultrasound-guided and palpation-guided distal radial artery cannulation in patients with acute ST-elevation myocardial infarction

A. V. Kostin^{1,2}, K. V. Anisimov², M. B. Oskanov², D. V. Skrypnik^{1,2}

¹ Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

² I. V. Davydovsky Moscow City Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation

✉ **Andrey V. Kostin**, Assistant of Chair, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-1330-1756, e-mail: kostilok@yandex.ru

Kirill V. Anisimov, Cand. Med. Sci., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-4532-4434

Magomed B. Oskanov, Endovascular Surgeon

Dmitriy V. Skrypnik, Dr. Med. Sci., Chief of Chair, Head of Department; orcid.org/0000-0001-7457-8057

Abstract

Objective: this study aimed to compare the effectiveness and safety of ultrasound-guided and palpation-guided approaches of distal radial access (DRA) in patients with acute ST-elevation myocardial infarction (STEMI).

Material and methods. A single-center prospective study included 91 patients admitted with STEMI to the I.V. Davydovsky Moscow City Clinical Hospital who underwent percutaneous coronary intervention (PCI) with DRA between August 2022 and February 2023.

The main group consisted of 49 patients with distal radial cannulation performed under ultrasound-guidance. The control group included 42 patients with palpation-guided catheterization. The results were assessed intraoperatively and 48–72 hours after PCI. Primary endpoints were the follows: cannulation time, success rate of distal catheterizations and first-attempt punctures. Secondary endpoints included the frequency of subcutaneous hematoma formation, radial artery occlusion, puncture site pain and their cumulative endpoint.

Results. The duration of distal radial artery cannulation was significantly shorter in the main group comparing with the control group (01:02 vs 01:30 (min:s), $p < 0.001$). The ultrasound-guided technique was also associated with significantly higher success rate of distal radial artery catheterization (93.9% vs 59.5%, $p = 0.0001$) and first-attempt punctures (85.7% vs 57.1%, $P = 0.004$). In addition, the main group was characterized by a lower incidence of complications (8.2% versus 35.7%, $P = 0.002$).

Conclusion. The using of ultrasound-guided distal radial artery cannulation demonstrated the puncture time shortening, higher rate of successful catheterization, and lower frequency of complications associated with vascular access.

Keywords: acute coronary syndrome, STEMI, distal radial access, ultrasound-guided, transradial approach

For citation: Kostin A.V., Anisimov K.V., Oskanov M.B., Skrypnik D.V. Comparison of ultrasound-guided and palpation-guided distal radial artery cannulation in patients with acute ST-elevation myocardial infarction. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (1): 42–51 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-42-51

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

Received January 23, 2024

Accepted February 8, 2024

Введение

Трансрадиальный доступ (ТРД) широко внедрен в клиническую практику коронарных интервенций при различных формах ишемической болезни сердца (ИБС). Острый коронарный синдром с подъемом сегмента ST (ОКСпСТ) представляет собой наиболее тяжелый вариант течения ИБС, ключевым параметром для улучшения клинических исходов является соблюдение временного интервала до реканализации инфаркт-связанной артерии (ИСА) [1]. Крупные рандомизированные исследования показали, что ТРД не уменьшает время до реканализации ИСА, а само выполнение чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) ассоциировано с уменьшением как количества сосудистых осложнений, так и смертности по сравнению с трансфеморальным доступом (ТФД) [2, 3]. Эти данные нашли отражение в клинических рекомендациях, в которых отмечено, что ТРД показан для стандартного использования у пациентов с ОКСпСТ [1]. В то же время ТРД имеет ряд особенностей и осложнений, которые необ-

ходимо учитывать оператору для того, чтобы доступ оказался безопасным и не сокращалось время до реперфузии. К основным особенностям, которые повышают вероятность конверсии доступа, относят: малый диаметр сосуда, извитость и подверженность к спазмированию лучевой артерии [4, 5]. Опыт оператора имеет первостепенное значение для увеличения процента успеха, тем не менее реестровые данные показывают, что даже у опытных операторов и в сосудистых центрах с богатой практикой частота конверсии доступа на ТФД достигает 10% в группе пациентов с ОКСпСТ [6]. В свою очередь среди осложнений ТРД наиболее часто выделяют окклюзию лучевой артерии, локальную гематому, болезненность в месте доступа, перфорацию лучевой артерии и образование псевдоаневризмы [7]. Одним из способов снизить частоту этих осложнений стало выполнение пункции в области анатомической табакерки, где расположена одна из ветвей дистальной части лучевой артерии. Хотя за последние годы накопилась разнородная доказательная база, большинство авторов сходятся во мнении, что дистальный радиальный доступ (ДРД) может

снизить вероятность осложнений, отмечаемых при традиционном ТРД [5, 8, 9]. Необходимо учитывать, что использование ДРД технически сложнее и может увеличить время до реваскуляризации, а это критически важно у пациентов с ОКСпСТ. Имеются данные, что использование ультразвукового контроля при радиальном доступе, в том числе при дистальном подходе, повышает вероятность успеха пункции с первой попытки и уменьшает частоту конверсии доступа [10, 11]. Кроме того, точная пункция сосуда под ультразвуковой (УЗ) навигацией позволяет снизить количество осложнений, связанных с образованием гематомы или повреждением лучевого нерва [12]. Учитывая вышеизложенное, есть основания предполагать, что сосудистый ультразвуковой контроль помогает нивелировать технические сложности и, вероятно, даже повлиять на количество осложнений. Однако основной объем данных по ультразвуковой ассистенции при сосудистом доступе накоплен в группах пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца или с различными формами течения острого коронарного синдрома без подъема сегмента ST. Таким образом, актуальным вопросом является оценка целесообразности применения УЗ-контроля при дистальном радиальном доступе у пациентов с ОКСпСТ.

В рамках данного исследования мы решили расширить стандартный подход при ДРД ультразвуковой ассистенцией и сравнить его с традиционным методом пункции у пациентов с ОКСпСТ.

Материал и методы

Целью исследования являлось сравнение эффективности дистальной пункции лучевой артерии под ультразвуковым и пальпаторным контролем у пациентов с острым коронарным синдромом с подъемом сегмента ST.

Проспективное, сравнительное, одноцентровое исследование проведено в ГБУЗ «ГКБ им. И.В. Давыдовского» Департамента здравоохранения Москвы с августа 2022 г. по февраль 2023 г. Всего в исследование был включен 91 пациент, поступивший в ГКБ им. И.В. Давыдовского с предварительным диагнозом ОКСпСТ и направленный на экстренную коронарографию. Основную группу составили 49 пациентов (75,5% мужского пола и 24,5% – женского), в группу контроля были включены 42 пациента (73,8 и 26,2%).

У всех пациентов, включенных в исследование, доступом первого выбора был дистальный трансрадиальный. В исследовании участвовали 6 врачей с опытом работы более 5 лет и частотой использования дистального трансрадиального доступа более 100 случаев в год. В рамках исследования двое врачей всем пациентам рутинно выполняли пункцию с ультразвуковым контролем (опыт использования УЗ-ассистенции при дистальном трансрадиальном доступе – не менее 30 случаев в год); четверо врачей осуществляли доступ традиционной техникой с мануальным контролем. Из исследования исключались пациенты, у которых были предшествующие вмешательства через лучевую артерию, имелись проблемы с заведением интродьюсера из-за выраженного спазма/кальциноза лучевой артерии или в том случае, если оператор решал выполнять первым трансфemorальный доступ (ТФД).

Конечными точками исследования являлись технические и постпроцедуральные особенности радиального доступа. Первичными конечными точками стали: длительность осуществления доступа, частота пункции с первой попытки, количество успешных дистальных катетеризаций. В качестве вторичных конечных точек оценивалась частота постпроцедуральных осложнений: болезненность в месте доступа, процент формирования подкожных гематом и окклюзий лучевой артерии. Также оценивалась частота комбинированной конечной точки, включающей возникновение любого из перечисленных осложнений.

В основной группе сосудистый доступ выполнялся с использованием ультразвукового аппарата CX50 (Phillips, Нидерланды), который находился постоянно в рентгенооперационной. Перед началом вмешательства операционное поле было накрыто, зона доступа обработана по локальному протоколу проведения асептики. Ультразвуковой аппарат был заранее подготовлен и настроен, линейный датчик помещен в стерильные условия с нанесением ультразвукового геля. В целях создания среды для проведения ультразвука через стерильный чехол датчика предварительно на область предполагаемой пункции наносили физиологический раствор. Доступ проводился в анатомической табакерке, все этапы выполнялись под ультразвуковым контролем (рис. 1, 2). В качестве местного анестетика применялся 2,0 мл 2% раствор лидокаина, иглой 20G прово-

дидась пункция с последующей имплантацией интродьюсера Avanti+ (Cordis, США).

В контрольной группе сосудистый доступ операторы осуществляли по протоколу выполнения ДРД под контролем пальпации аналогично с контрольной группой.

Пункция с первой попытки считалась удачной в том случае, если удавалось пунктировать и завести проводник после однократного получения крови через павильон иглы. Успехом дистальной катетеризации считалась имплантация интродьюсера. Время пункции отсчитывалось от начала укола иглы с анестетиком в кожу и завершалось появлением потока крови из бокового порта интродьюсера.

Пальпация артерии с оценкой пульсации не входила в общее время доступа. Интенсивность пульсации предварительно оценивалась оператором по шкале от 0 до 2, где 0 – отсутствие пульсации, 1 – ослабленная пульсация, 2 – хорошая пульсация. При отсутствии пульсации в анатомической табакерке оператор мог провести конверсию с дистального на традиционный ТРД на свое усмотрение. В случаях невозможности выполнения традиционного ТРД конверсия проводилась на ТФД, что отражалось в протоколе исследования.

Инициация антикоагуляции выполнялась после осуществления доступа с использо-



Рис. 1. Линейный датчик ультразвукового аппарата располагается в области анатомической табакерки (а); на поперечном срезе дистальной части лучевой артерии отмечен крупный просвет около 2,7 мм, без признаков спазма, оптимальная зона пункции в области верхнего полюса (обозначена белой стрелкой, б); инициация обезболивания начинается отступая от края датчика на 0,5–1 см (в); во время анестезии отмечается тугая инфильтрация тканей анестезирующим агентом (обозначено несколькими белыми стрелками, з)

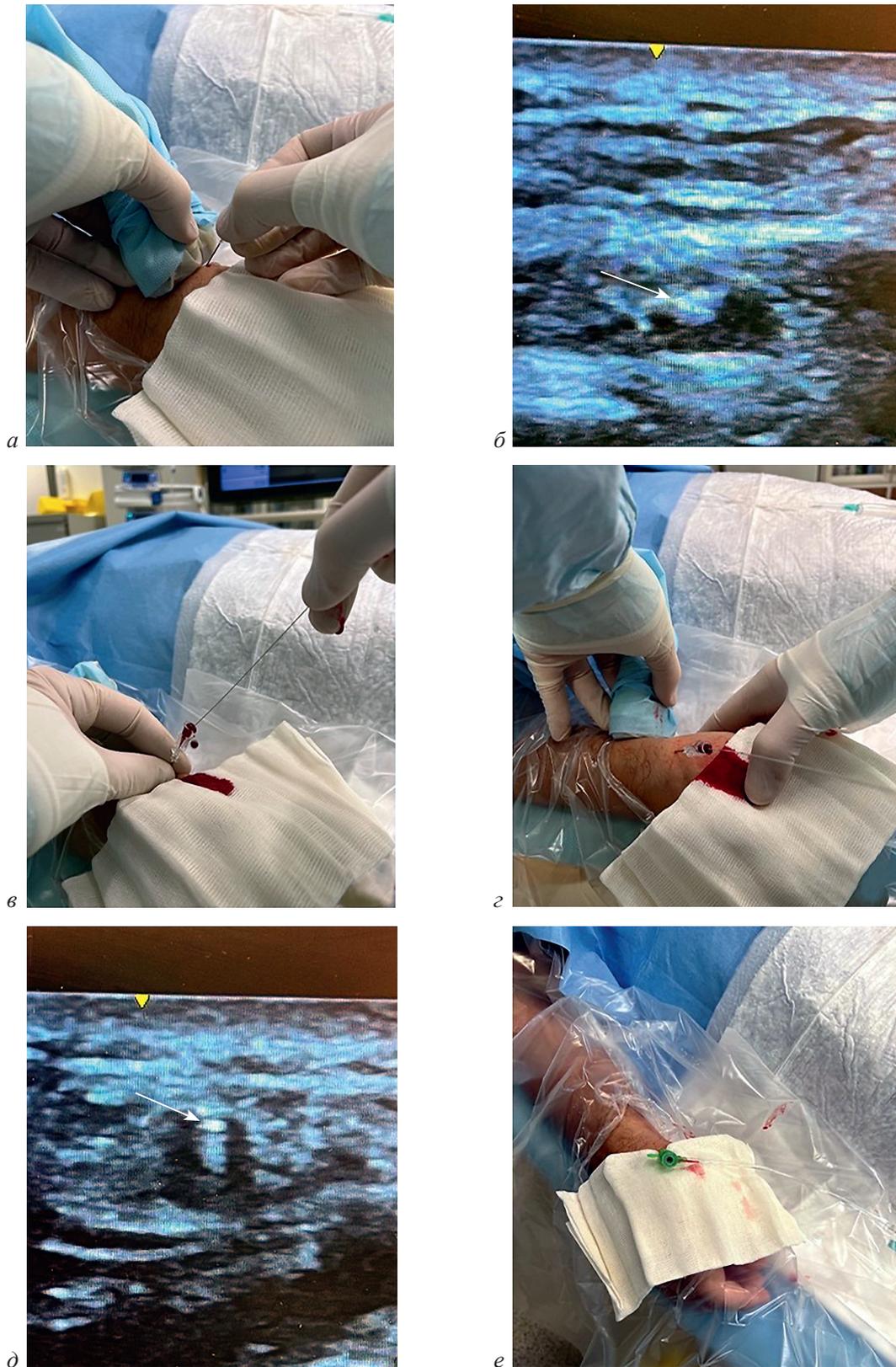


Рис. 2. Заведение пункционной иглы с УЗ-контролем продвижения до места ожидаемого прокола сосудистой стенки (а); момент прокола верхнего полюса сосуда (указано стрелкой), во время которого происходит его частичная компрессия (б); в момент прохождения иглы в просвет сосуда появляется пульсирующая струя крови, дальнейшее продвижение 0,025” проводника осуществляется без сопротивления (в); линейный датчик, расположенный в месте традиционного лучевого доступа, помогает верифицировать интралюминальное положение проводника (г); 0,025” проводник верифицирован в просвете лучевой артерии (указан стрелкой), что позволяет перейти к следующему этапу сосудистого доступа (д); интродьюсер успешно имплантирован дистальным методом (е)

ванием нефракционированного гепарина (НФГ) и соответствовала клиническим рекомендациям 100 ЕД/кг. В случае увеличения времени вмешательства более 1 ч пациент дополнительно получал 2500 ЕД НФГ. После окончания вмешательства производилось удаление интродьюсера с выполнением короткого мануального гемостаза и наложением давящей повязки на 4 ч для всех пациентов, кроме тех, кто получал инфузию блокаторов рецепторов Пб/Ша. В случаях, когда пациентам требовалась терапия блокаторами рецепторов Пб/Ша, повязка накладывалась на 6 ч. После удаления повязки проводился контроль гемостаза на предмет возможного кровотечения.

Через 48–72 ч после вмешательства выполнялась оценка возможных осложнений. Гематома определялась как скопление крови в подкожной жировой клетчатке около места доступа и оценивалась по шкале EASY (Early Discharge After Transradial Stenting of Coronary Arteries) от I до IV степени [13].

Болезненность в месте пункции оценивалась самим пациентом по произвольной шкале боли от 0 до 3 баллов, где 0 – отсутствие болевых ощущений; 1 – легкая болезненность; 2 – умеренные болевые ощущения, не требую-

щие обезболивания; 3 – выраженные болевые ощущения, требующие обезболивания.

Окклюзия лучевой артерии определялась как отсутствие пульсации на лучевой артерии выше шиловидного отростка на 1,5–2 см с ультразвуковым подтверждением отсутствия потока при цветовом доплеровском картировании без признаков артериальной пульсовой волны. Статистический анализ выполняли с помощью программы SPSS Statistics 23.

Результаты

Пациенты в основной и контрольной группах достоверно не отличались по таким показателям, как пол, вес, возраст, индекс массы тела. В основной группе отмечалась тенденция к более высокому росту пациентов, который находился в диапазоне от 150 до 200 см (Me = 175,0 см), в то время как в группе контроля – от 154 до 192 см (Me = 170,0 см, $p = 0,03$).

Группы были сопоставимы по основным факторам риска, таким как артериальная гипертензия (АГ), сахарный диабет (СД), курение или дислипидемия, а также по частоте использования блокаторов рецепторов Пб/Ша (табл. 1).

Таблица 1

Исходные характеристики пациентов

Показатель	Основная группа (n=49)	Контрольная группа (n=42)	p
Пол, n (%):			
мужской	37 (75,5)	31 (73,8)	0,852
женский	12 (24,5)	11 (26,2)	
Возраст, лет	63,0 (56,0; 71,0), min = 38, max = 85	58,5 (52,75; 74,0), min = 38, max = 89	0,886
Масса тела, кг	81,0 (74,25; 93,5), min = 53, max = 135	80,0 (65,0; 82,5), min = 60, max = 103	0,074
Рост, см	175,0 (168,5; 178,0), min = 150, max = 200	170,0 (164,0; 175,0), Min=154, Max=192	0,03
Индекс массы тела	27,55 (24,4; 30,8), min = 20, max = 39	26,9 (24,4; 29,0), min=21, max=34	0,271
Курение, n (%)	21 (42,9)	19 (45,2)	0,820
АГ, n (%)	44 (89,8)	37 (88,1)	0,796
СД, n (%)	10 (20,4)	7 (16,7)	0,648
Дислипидемия, n (%)	16 (32,7)	9 (21,4)	0,232
Хроническая болезнь почек, n (%)	1 (2,0)	3 (7,1)	0,235
Частота применения блокаторов Пб/Ша, n (%)	7 (14,3)	7 (16,7)	0,754

Таблица 2

Характеристика пульсации на лучевой артерии в области анатомической табакерки

Пульсация лучевой артерии в месте доступа	Основная группа (n=49)	Контрольная группа (n=42)	p
2 – хорошая	25 (51,0%)	29 (69,0%)	0,081
1 – ослабленная	17 (34,7%)	8 (19,0%)	0,075
0 – отсутствие	7 (14,3%)	5 (12,0%)	0,767

Степень исходной пульсации на лучевой артерии в области анатомической табакерки была сопоставима в обеих группах (табл. 2). Отметим, что только в половине случаев степень пульсации была оценена операторами как хорошая (69,0% в группе контроля и 51% в основной группе, $p=0,081$).

У пациентов основной группы затрачивалось достоверно меньше времени на имплантацию интродьюсера по сравнению с пациентами группы контроля (01:02 и 01:30 (мин:с) соответственно, $p<0,001$).

Частота успешной дистальной катетеризации и пункции с первой попытки также была достоверно выше в основной группе

по сравнению с группой контроля (93,9% против 59,5%, $p=0,0001$; 85,7% против 57,1%, $p=0,004$). Из 3 случаев конверсии доступа в основной группе в двух случаях она выполнена по причине высокого роста пациента (более 192 см). В контрольной группе основной причиной конверсии доступа послужило отсутствие адекватной пульсации в дистальной лучевой артерии, и часть операторов переходила сразу на традиционный лучевой доступ ($n=10$).

Формирование гематомы чаще наблюдалось в контрольной группе, при этом у 3 (7,2%) пациентов гематома была классифицирована II степени и более по шкале EASY (табл. 3).

Таблица 3

Основные осложнения сосудистого доступа

Показатель	Основная группа (n=49)	Контрольная группа (n=42)	P, p
Успех дистальной катетеризации, n (%)	46 (93,9)	25 (59,5)	$P=0,0001$
Пункция с первой попытки, n (%)	42 (85,7)	24 (57,1)	$P=0,004$
Время осуществления доступа, мин:с	01:02 (00:52; 01:22), min = 00:40, max = 03:40	01:30 (01:09; 04:17), min = 00:46, max = 20:09	$P<0,001$
<i>Осложнения</i>			
Все осложнения к 3-м суткам, n (%)	4 (8,2)	15 (35,7)	$P=0,002$
Гематома, n (%)	2 (4,1)	9 (21,5)	$P=0,075$
Классификация по EASY, n (%):			
I	2 (4,1)	6 (14,3)	$p=0,090$
II	0 (0)	1 (2,4)	$p=0,462$
III	0 (0)	2 (4,8)	$p=0,210$
IV	0 (0)	0 (0)	н.д.
Окклюзия лучевой артерии, n (%)	0 (0)	3 (7,1)	$P=0,094$
Болезненность общая, n (%)	2 (4,1)	5 (11,9)	$P=0,242$
Болезненность по шкале EASY, n (%):			
1	2 (4,1)	3 (7,1)	$p=0,415$
2	0 (0)	1 (2,4)	$p=0,456$
3	0 (0)	1 (2,4)	$p=0,456$

В основной группе гематома была выявлена у 2 (4,1%) пациентов и сохранялась I степени по шкале EASY. Общее количество гематом в основной группе (4,1%) и группе контроля (21,5%), хотя и имело количественное различие в пользу основной группы, однако статистически достоверно не различалось ($p=0,075$).

Окклюзия лучевой артерии произошла у 3 (7,1%) пациентов в группе контроля и не наблюдалась ни у одного пациента в основной группе. Совокупное число пациентов, имеющих все осложнения, включающие болезненность в месте доступа, локальную гематому и окклюзию лучевой артерии, наблюдалось достоверно реже в основной группе по сравнению с группой контроля (8,2% vs 35,7%, $P=0,002$).

Обсуждение

В нашей работе было продемонстрировано, что выполнение ультразвуковой ассистенции при ДРД повышает успех первой пункции и, как следствие, сокращает время, необходимое для катетеризации. В отличие от пальпаторного контроля ультразвуковая ассистенция позволяет сделать сосудистый доступ более управляемым и точным, что необходимо в условиях работы с экстренными пациентами. Вероятно, ультразвуковой контроль может быть не так актуален в рутинном применении для традиционного ТРД ввиду более простой анатомии хода сосуда, но в то же время в ситуациях, когда пульсация неотчетливая или сосуд расположен нетипично, ультразвуковая навигация может повысить вероятность успеха, что показано в ряде работ [10, 11]. Следует отметить, что в основную группу было включено двое пациентов, поступивших с развитием кардиогенного шока и у которых пульсация на лучевой артерии не определялась. Под ультразвуковым контролем у этих больных была осуществлена успешная катетеризация ДРД, что позволило учесть эти данные при анализе групп. Можно предположить, что в группе кардиогенного шока ультразвуковая ассистенция будет иметь наибольшую эффективность ввиду более сложных условий для традиционного подхода, однако для подтверждения этой гипотезы нужны дальнейшие исследования.

Высокую частоту конверсии доступа в контрольной группе (более 40%) можно

объяснить влиянием нескольких факторов, одним из которых являлась склонность операторов отказываться от дистального доступа в тех случаях, когда пульсация отсутствовала или была неотчетливая ($n=12$). Другими факторами могли послужить особенности элементов, входящих в комплект к интродьюсеру (Avanti+, Cordis, США), использованному в данном исследовании: пункционной иглы и проводника. Особенности заточки иглы могли снижать тактильный ответ при пункции, а характеристики проводника требовали очень точного позиционирования иглы в просвете артерии для успешного заведения. Можно предположить, что отсутствие коаксиального входа иглы в просвет сосуда не позволяло в некоторых случаях завести достаточно жесткий проводник в артерию. При этом перипроцедуральный успех при использовании ультразвуковой ассистенции приближался к 100%, что демонстрирует преимущества точной визуализации.

Как известно, окклюзия лучевой артерии обусловлена совокупностью нескольких феноменов: травмой эндотелия, внутрипросветным тромбозом и длительным гемостазом (более 8 ч) [14, 15]. В ряде работ показано, что при ДРД окклюзия лучевой артерии встречается реже, чем при традиционном ТРД, и одним из возможных объяснений этого является компрессионное воздействие только на одну из ветвей дистальной трети этой артерии, находящейся в анатомической табакерке, когда кровотоки по основному руслу лучевой артерии не ограничиваются [5, 8]. Мы контролировали время гемостаза у всех пациентов и выявленные 3 окклюзии лучевой артерии в контрольной группе были у пациентов, у которых была технически сложная катетеризация и проведена конверсия доступа на традиционный ТРД. Неоднократные пункции, которые предшествовали имплантации интродьюсера, вероятно, обеспечили выраженную травматизацию сосудистой стенки и создали субстрат для дальнейшего тромбоза.

Болевой синдром достаточно вариативен среди разных групп пациентов и, по некоторым данным, в периоперационном периоде может встречаться до 50% случаев [16, 17]. В нашем исследовании жалобы на боль в месте доступа относительно чаще (11,9% случаев) встречались у пациентов в контрольной группе и могли быть обусловлены различными

факторами. Самой очевидной причиной развития болей являются образование гематомы и формирование локального отека тканей. Однако не у всех пациентов, имевших болевой синдром в контрольной группе, наблюдалась гематома, а в некоторых случаях при отсутствии гематомы имел место достаточно выраженный локальный болевой синдром, чего, к примеру, не наблюдалось в основной группе. Это может объясняться достоверно меньшим успехом первой пункции в контрольной группе, что, вероятно, увеличило объем травмы при ДРД. Случайное попадание иглой в рядом расположенные сухожилия, лучевой нерв или повреждение надкостницы могли способствовать более частому появлению болевого синдрома [18, 19], что практически исключается при пункции с ультразвуковым контролем.

Данное исследование являлось одноцентровым, и, хотя процедура выполнялась несколькими операторами, вероятно, данные могут быть ограниченно экстраполированы на повсеместную практику. Величина выборки оказалась недостаточной для получения достоверных результатов по осложнениям внутри категорий. Хотя сосудистый доступ выполнялся с применением интродьюсера одного производителя, вероятно, модель имеет неоптимальные характеристики для ДРД, что нередко усложняло его выполнение в контрольной группе. Например, перед введением интродьюсера во всех случаях было необходимо надсекать кожу, чтобы не повредить дистальную часть дилататора. Таким образом, применение современных интродьюсеров с более совершенными техническими свойствами может ускорить процесс имплантации и повысить долю успешных процедур дистальной катетеризации.

Заключение

Применение ультразвуковой ассистенции при дистальном трансрадиальном доступе сопровождалось сокращением времени пункции, более высокой частотой успешной катетеризации, а также уменьшением частоты совокупных осложнений, связанных с сосудистым доступом.

Литература/References

1. Byrne R.A., Rossello X., Coughlan J.J., Barbato E., Berry C., Chieffo A. et al. ESC Scientific Document

- Group. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. *Eur. Heart J.* 2023; 44 (38): 3720–3826. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad191
2. Jolly S.S., Yusuf S., Cairns J., Niemelä K., Xavier D., Widimsky P. et al. Radial versus femoral access for coronary angiography and intervention in patients with acute coronary syndromes (RIVAL): a randomised, parallel group, multicentre trial. *Lancet.* 2011; 377: 1409–1420. DOI: 10.1016/s0140-6736(11)60404-2
3. Valgimigli M., Gagnor A., Calabró P., Frigoli E., Leonardi S., Zaro T. et al. Radial versus femoral access in patients with acute coronary syndromes undergoing invasive management: a randomised multicentre trial. *Lancet.* 2015; 385: 2465–2476. DOI: 10.1016/s0140-6736(15)60292-6
4. Chugh Y., Kanaparthi N.S., Piplani S., Chugh S., Shroff A., Vidovich M. et al. Comparison of distal radial access versus standard transradial access in patients with smaller diameter radial arteries (The Distal Radial versus Transradial Access in Small Transradial Arteries Study: D.A.T.A – S.T.A.R study). *Indian Heart J.* 2021; 73 (1): 26–34. DOI: 10.1016/j.ihj.2020.11.002
5. Tsigkas G., Papageorgiou A., Moulias A., Kalogeropoulos A.P., Papageorgopoulou C., Apostolos A. et al. Distal or traditional transradial access site for coronary procedures: A single-center, randomized study. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2022; 15 (1): 22–32. DOI: 10.1016/j.jcin.2021.09.037
6. Dang D., Kuhn L., Fooladi E., Ky V., Cheung K., Rashid H. et al. Predictors of radial to femoral artery access crossover during primary percutaneous coronary intervention for ST-elevation myocardial infarction. *Heart Lung Circ.* 2022; 31 (7): 985–992. DOI: 10.1016/j.hlc.2022.01.016
7. Sandoval Y., Bell M.R., Gulati R. Transradial artery access complications. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2019; 12 (11): e007386. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.119.007386
8. Liang C., Han Q., Jia Y., Fan C., Qin G. Distal transradial access in anatomical snuffbox for coronary angiography and intervention: an updated meta-analysis. *J. Interv. Cardiol.* 2021; 2021: 7099044. DOI: 10.1155/2021/7099044
9. Chen T., Yu X., Song R., Li L., Cai G. Application of ultrasound in cardiovascular intervention via the distal radial artery approach: New wine in old bottles? *Front Cardiovasc. Med.* 2022; 9: 1019053. DOI: 10.3389/fcvm.2022.1019053
10. Zhao W., Peng H., Li H., Yi Y., Ma Y., He Y. et al. Effects of ultrasound-guided techniques for radial arterial catheterization: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Am. J. Emerg. Med.* 2021; 46: 1–9. DOI: 10.1016/j.ajem.2020.04.064
11. Moussa Pacha H., Alahdab F., Al-Khadra Y., Idris A., Rabbat F., Darmoch F. et al. Ultrasound-guided versus palpation-guided radial artery catheterization in adult population: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am. Heart J.* 2018; 204: 1–8. DOI: 10.1016/j.ahj.2018.06.007
12. Cai G., Huang H., Li F., Shi G., Yu X., Yu L. Distal transradial access: a review of the feasibility and safety in cardiovascular angiography and intervention. *BMC*

- Cardiovasc. Disord.* 2020; 20 (1): 356. DOI: 10.1186/s12872-020-01625-8
13. Bertrand O.F. Acute forearm muscle swelling post transradial catheterization and compartment syndrome: prevention is better than treatment! *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2010;75(3):366–368. DOI:10.1002/ccd.22448
 14. Xu D., Liu Y., Xu C., Liu X., Chen Y., Feng C. et al. Factors affecting radial artery occlusion after right transradial artery catheterization for coronary intervention and procedures. *Ther. Clin. Risk. Manag.* 2023; 19: 525–533. DOI: 10.2147/TCRM.S403410
 15. Petroglou D., Didagelos M., Chalikias G., Tziakas D., Tsigkas G., Hahalis G. et al. Manual versus mechanical compression of the radial artery after transradial coronary angiography: The MEMORY multicenter randomized trial. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2018; 11 (11): 1050–1058. DOI: 10.1016/j.jcin.2018.03.042
 16. Zwaan E.M., Koopman A.G., Holtzer C.A., Zijlstra F., Ritt M.J., Amoroso G. et al. Revealing the impact of local access-site complications and upper extremity dysfunction post transradial percutaneous coronary procedures. *Neth. Heart J.* 2015; 23 (11): 514–524. DOI: 10.1007/s12471-015-0747-9
 17. Cheng K.Y., Chair S.Y., Choi K.C. Access site complications and puncture site pain following transradial coronary procedures: a correlational study. *Int. J. Nurs. Stud.* 2013; 50 (10): 1304–1313. DOI: 10.1016/j.ijnurstu.2012.12.023
 18. Chiam P.T.L., Chua N.H.L., Tan H.C. Forearm pain after coronary angiography via the distal radial artery. *Asia Interv.* 2023; 9 (1): 58–59. DOI: 10.4244/AIJ-D-22-00026
 19. Brogiene L., Baksyte G., Klimaite A., Paliokas M., Macas A. Predictive factors for access-site pain chronicity after percutaneous coronary intervention via radial artery access. *Pain. Res. Manag.* 2020; 2020: 8887499. DOI: 10.1155/2020/8887499

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.12-008.46-089.819.1

Эндоваскулярная коррекция внутрисстенного рестеноза при помощи баллонных катетеров и стент-систем с лекарственным покрытием второго и третьего поколений у больных ишемической болезнью сердца

Ю.Л. Шевченко¹, Д.Ю. Ермаков¹✉, А.Ю. Вахрамеева¹, А.В. Баранов²

¹ Клиника грудной и сердечно-сосудистой хирургии им. Св. Георгия, ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина» Минобрнауки России, Тамбов, Российская Федерация

Шевченко Юрий Леонидович, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, президент Центра; orcid.org/0000-0001-7721-315X

✉ **Ермаков Дмитрий Юрьевич**, канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-8479-8405, e-mail: ermakov.hs@gmail.com

Вахрамеева Анастасия Юрьевна, канд. мед. наук, врач-радиолог; orcid.org/0000-0003-2429-3015

Баранов Александр Викторович, канд. мед. наук, профессор, врач-хирург, заведующий кафедрой факультетской хирургии; orcid.org/0000-0002-9978-0048

Резюме

Целью исследования явилось сравнение эффективности и безопасности коррекции бинарного рестеноза внутри стента (РВС) при помощи лекарственной баллонной ангиопластики (БАП) и имплантации стента с лекарственным покрытием (СЛП) второго и третьего поколений у больных, ранее перенесших чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ).

Материал и методы. На ретроспективной основе в исследование было включено 193 больных ишемической болезнью сердца (ИБС) с бинарным рестенозом коронарных артерий (КА) после ЧКВ. Рестентирование выполнялось в Клинике грудной и сердечно-сосудистой хирургии им. Св. Георгия ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» с 2017 по 2023 г. с использованием СЛП второго и третьего поколений – кобальтовых (кобальтовый сплав) стент-систем с зотаролимусом, кобальтохромовых стент-систем с сиролимусом и зотаролимусом, платинохромовых стент-систем с эверолимусом, кобальтохромовых стент-систем с сиролимусом с биодеградируемым лекарственным покрытием. БАП осуществлялась при помощи баллонного катетера с лекарственным покрытием (БКЛП) – паклитакселем. Первичная конечная точка исследования – несостоятельность целевого поражения КА. Вторичные конечные точки – MACE и некардиальная смерть.

Результаты. Рестентирование РВС с использованием СЛП выполнено у 124 (64,2%) пациентов, БАП с БКЛП – у 69 (35,8%). В течение 12 мес наблюдения после ре-ЧКВ частота несостоятельности целевого поражения составила 11,9% (18 поражений) в группе СЛП и 16,7% (14 поражений) в группе БАП с БКЛП ($p=NS$). Инфаркт миокарда и нестабильная стенокардия были зарегистрированы у 6 (3,1%) пациентов, частота возникновения достоверно не отличалась в обеих группах ($p=NS$). В группе БАП и СЛП по 1 больному перенесли нелетальное острое нарушение мозгового кровообращения по ишемическому типу ($p=NS$). Летальных исходов в обеих группах за 12-месячный период наблюдения не было.

Заключение. ЧКВ остается «золотым стандартом» реваскуляризации пациентов с бинарным РВС. Применение современных СЛП второго и третьего поколений и БКЛП с паклитакселем одинаково безопасно в коррекции рестеноза. Современные СЛП более эффективны в получении отдаленного результата реваскуляризации КА при РВС по сравнению с БАП с БКЛП.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, чрескожное коронарное вмешательство, внутрисстенный рестеноз, стент-системы с лекарственным покрытием, лекарственная баллонная ангиопластика

Для цитирования: Шевченко Ю.Л., Ермаков Д.Ю., Вахрамеева А.Ю., Баранов А.В. Эндоваскулярная коррекция внутрисстенного рестеноза при помощи баллонных катетеров и стент-систем с лекарственным покрытием второго и третьего поколений у больных ишемической болезнью сердца. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (1): 52–62. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-52-62

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 26.01.2024
Принята к печати 20.02.2024

Interventional correction of in-stent restenosis using balloon catheters and drug-eluting stent systems of the second and third generation in patients with coronary artery disease

Yu.L. Shevchenko¹, D.Yu. Ermakov¹, A.Yu. Vakhrameeva¹, A.V. Baranov²

¹ St. George Clinic of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russian Federation

² Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russian Federation

Yuriy L. Shevchenko, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of RAS, President of Pirogov Center; orcid.org/0000-0001-7721-315X

✉ **Dmitry Yu. Ermakov**, Cand. Med. Sci., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-8479-8405, e-mail: ermakov.hs@gmail.com

Anastasiya Yu. Vakhrameeva, Cand. Med. Sci., Radiologist; orcid.org/0000-0003-2429-3015

Aleksandr V. Baranov, Cand. Med. Sci., Professor, Surgeon, Chief of Chair; orcid.org/0000-0002-9978-0048

Abstract

The purpose of the study was to compare the effectiveness and safety of correction of binary in-stent restenosis (ISR) using drug-coated balloon (DCB) and implantation of second and third generation drug-eluting stent (DES) in patients who had previously undergone percutaneous coronary intervention (PCI).

Material and methods. On a retrospective basis, the study included 193 patients with coronary artery disease with binary coronary artery restenosis after PCI. Restenting was performed at St. George Cardiothoracic Surgery Clinic of Pirogov National Medical and Surgical Center from 2017 to 2023 using II and III generation DES – cobalt stent systems with zotarolimus, cobalt-chromium stent systems with sirolimus and zotarolimus, platinum-chromium stent systems with everolimus, cobalt-chromium stent systems with sirolimus. Balloon angioplasty (BA) was carried out using DCB with paclitaxel. The primary end point of the study was target lesion revascularization of the coronary artery. Secondary endpoints were MACE and non-cardiac death.

Results. ISR restenting using a DES was performed in 124 (64.2%) patients, and BA with DCB was performed in 69 (35.8%) subjects. During 12 months of follow-up after re-PCI, the target lesion revascularization rate was 11.9% (18 lesions) in the DES group and 16.7% (14 lesions) in the BA with DCB group ($p=NS$). Myocardial infarction and unstable angina were registered in 6 (3.1%) patients, the incidence was not significantly different in both groups ($p=NS$). In the BA and DES group, 1 patient each suffered a non-fatal ischemic stroke ($p=NS$). There were no deaths in either group during the 12-month follow-up period.

Conclusion. PCI remains the «gold standard» for revascularization in patients with binary ISR. The use of modern second and third generation DES and DCB with paclitaxel is equally safe in the correction of restenosis. Modern DES are more effective in terms of long-term results of coronary artery revascularization in ISR compared to BA with DCB.

Keywords: coronary heart disease, percutaneous coronary intervention, in-stent restenosis, drug-eluting stent systems, drug-coated balloon angioplasty

For citation: Shevchenko Yu.L., Ermakov D.Yu., Vakhrameeva A.Yu., Baranov A.V. Interventional correction of in-stent restenosis using balloon catheters and drug-eluting stent systems of the second and third generation in patients with coronary artery disease. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (1): 52–62 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-52-62

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

Received January 26, 2024
Accepted February 20, 2024

Введение

Чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) на сегодняшний день является эффективным и безопасным методом лечения больных ишемической болезнью сердца (ИБС). Количество выполняемых операций стентирования коронарных артерий (КА) в мире неуклонно растет – в ФРГ ежегодно выполняется около 350 тыс. ЧКВ, в США – более 1,8 млн [1]. В 2021 г. количество процедур ЧКВ в Российской Федерации увеличилось

на 33% по сравнению с 2020 г. и составило 225 тыс. вмешательств [2].

Широкое распространение эндоваскулярных операций на коронарных артериях сердца в лечении различных форм ИБС закономерно привело к прогрессирующему увеличению частоты рестеноза внутри стента (РВС) [3]. Бинарный рестеноз стентированного участка КА является главным лимитирующим фактором эффективности ЧКВ в отдаленном периоде после рентгенохирургической коррекции поражений венозного русла. Ю.Л. Шевченко

и др. (2019, 2020, 2022 гг.) отмечают, что РВС – сложный процесс, включающий воспаление, нарушение проницаемости гликокаликса [4, 5], неоинтимальную гиперплазию и активацию тромбоцитов [6, 7].

На этапе становления ЧКВ частота рестеноза после транслюминальной баллонной ангиопластики (ТЛБАП) КА достигала 32–55%. Появление в клинической практике голометаллических стентов (ГМС) позволило снизить частоту регистрации бинарного РВС до 17–41% [3, 7]. Внедрение в эндоваскулярную хирургию стентов с лекарственным покрытием (СЛП) первого и второго поколений (а в последующем, третьего) определило уменьшение вероятности возникновения рестеноза КА до 7–15%* [8].

Так, применение цитостатических лекарственных средств в составе стент-систем не позволило полностью решить проблему РВС и рецидива ишемии миокарда (РИМ). РИМ у больных ИБС с низким или пограничным баллом шкалы Syntax Score в подавляющем большинстве случаев диктует необходимость проведения повторного ЧКВ, которое может быть выполнено в объеме рестентирования или БАП с использованием баллонного катетера с лекарственным покрытием (БКЛП).

Потенциальным преимуществом БКЛП по сравнению с СЛП в случае РВС является более равномерная доставка лекарства к сосудистой стенке с коротким периодом местного воздействия цитостатического вещества, что обеспечивает значительно более быструю эндотелизацию КА. Применение БКЛП позволяет сократить продолжительность приема двойной антитромботической терапии и снизить риск позднего тромбоза стента, а также уменьшить степень металлизации артерии [9].

Несмотря на преимущества применения технологии БКЛП, отдаленные результаты БАП уступают таковым реимплантации КС в зону целевого поражения КА [10–12]. В своем исследовании М.Ф. Abdelmegid et al. (2017 г.) сравнили эффективность коррекции РВС при помощи БКЛП и СЛП первого поколения. За 3-летний период наблюдения авторы проанализировали результаты эндоваскулярного лечения 84 больных с РВС, 22 (26,2%)

из которых были повторно имплантированы СЛП в зону рестеноза, а 62 (73,8%) проведена ангиопластика РВС с использованием БКЛП. Частота выявленного рестеноза в течение 1-го года наблюдения составила 21 (33,3%) и 3 (12,5%) случая в группах БКЛП и СЛП, соответственно ($p=0,04$). Частота РВС и отдаленной утраты просвета стента ко второму году составила 25 (37,8%) и 4 (16,6%) случая у пациентов с БКЛП и СЛП ($p=0,03$) [10].

Ф. Alfonso et al. (2018 г.) сравнили эффективность и безопасность использования БКЛП и СЛП с эверолимусом в рентгенохирургической коррекции РВС у 309 пациентов с РВС-СЛП. Частота реваскуляризации целевого поражения (РЦП) в течение года составила 11 (7,1%) в группе СЛП против 24 (15,6%) у пациентов, которым выполнялась БАП (отношение рисков 0,43, 95% доверительный интервал (ДИ) 0,21–0,87). Потребность в поздней (более 1 года) реваскуляризации в двух группах достоверно не отличалась [11].

Д. Giacoppo et al. (2020 г.) в метаанализе DAEDALUS исследовали результаты применения БКЛП и СЛП в лечении больных с РВС. Всего в исследование были включены 710 пациентов с РВС голометаллического стента (ГМС) (722 поражения) и 1248 больных с РВС СЛП (1377 зон). В течение 12 мес у больных группы РВС ГМС не было отмечено достоверных различий при использовании БКЛП и СЛП при РЦП (9,2% против 10,2% соответственно). У больных с РВС СЛП частота РЦП была больше при БАП с БКЛП и составила 20,3% по сравнению с 13,4% при повторной имплантации СЛП (ОР 1,58; 95% ДИ 1,16–2,13) [12].

Появление и, в последующем, широкое внедрение в клиническую практику СЛП второго и третьего поколений с зотаролимусом, сиролимусом и зотаролимусом, эверолимусом, рапамицином (в том числе с биорезорбируемым покрытием) диктует необходимость дальнейшего сравнения эффективности и безопасности коррекции РВС с помощью современных стент-систем и БКЛП с паклитакселем.

Материал и методы

На ретроспективной основе в исследование было включено 193 больных ИБС с РИМ и рестенозом венечных артерий после ЧКВ. Всем пациентам в период с 2017 по 2023 г. проводилась повторная эндоваскулярная ревас-

* Шамес Д.В. Рестенозы коронарных артерий после стентирования и прогноз у больных ишемической болезнью сердца. Дис. ... канд. мед. наук. Казань; 2020.

куляризация КА на базе отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения Клиники грудной и сердечно-сосудистой хирургии им. Святого Георгия (руководитель – академик РАН Ю.Л. Шевченко) ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова» Минздрава России.

Средний возраст пациентов составил $63,2 \pm 5,1$ года, в группу было включено 133 (68,9%) пациента мужского пола и 60 (31,1%) – женского. У всех больных отмечен рецидив ишемии миокарда, из них 156 (80,8%) пациентов имели клиническую картину стабильной стенокардии напряжения (СН), 12 (6,2%) – бессимптомной ишемии миокарда, 25 (12,9%) – острого коронарного синдрома (ОКС). Преобладал III функциональный класс стенокардии напряжения (101 пациент, 52,3%). Острый инфаркт миокарда (ОИМ) в анамнезе перенесли 74 (38,3%) больных ИБС со средней фракцией выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) $52,3 \pm 5,4\%$ (табл. 1).

Всего у 193 пациентов было проведено 235 вмешательств на пораженных КА, преобладал рестеноз стентированного ранее участ-

ка передней нисходящей артерии (ПНА) – 82 (34,9%) зоны РВС. Частота выявления бинарного РВС правой коронарной артерии (ПКА) и огибающей артерии (ОА) на дооперационном этапе составила 48 (20,4%) и 37 (15,7%) случаев, соответственно. Ствол левой коронарной артерии (ЛКА) был рестенозирован у 3 (1,3%) пациентов. Иные поражения у больных ИБС представлены рестенозами ветвей КА второго порядка – 71 (30,2%) участок РВС. На первом этапе ЧКВ в большинстве случаев были имплантированы СЛП второго и третьего поколений – 215 (57,8%) и 63 (16,9%) стента, соответственно. Степень рестеноза по данным ангиографии в среднем составила $72 \pm 17\%$. Среди пациентов доминировал левый тип коронарного кровоснабжения (табл. 2).

На дооперационном этапе селективная многопроекционная коронароангиография выполнялась на ангиографической установке Toshiba Infinix (Япония) по стандартному протоколу с оценкой полученных результатов двумя независимыми специалистами. У всех пациентов проводился расчет анатомического

Таблица 1

Исходная клиническая характеристика больных

Показатель	Значение
Возраст, годы (M±SD)	63,2±5,1
Пациенты мужского/женского пола, n (%)	133 (68,9)/60 (31,1)
ОИМ в анамнезе, n (%)	74 (38,3)
ХОБЛ, n (%)	43 (22,2)
Курение, n (%)	153 (79,2)
Сахарный диабет, n (%)	68 (35,2)
Индекс массы тела, кг/м ² (M±SD)	26,2±4,9
ФВ ЛЖ, % (M±SD)	52,3±5,4
Артериальная гипертензия, n (%)	147 (76,2)
ОНМК в анамнезе, n (%)	6 (3,1)
Фибрилляция предсердий, n (%)	34 (17,6)
ХСН, n (%)	61 (31,6)
Мультифокальный атеросклероз, n (%)	55 (28,5)
ОИМ, n (%)	25 (12,9)
Бессимптомная ишемия миокарда, n (%)	12 (6,2)
Стабильная СН, n (%)	156 (80,8)
Функциональный класс стенокардии напряжения, n (%):	
II	36 (18,7)
III	101 (52,3)
IV	19 (9,8)

Примечание. ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких; ХСН – хроническая сердечная недостаточность.

риска по шкале Syntax Score I, которой составил в среднем $13,1 \pm 6,8$ балла. Для диагностики ишемии миокарда 164 (85%) пациентам выполнялись нагрузочные пробы. Однофотонная эмиссионная томография миокарда, синхронизированная с ЭКГ с ^{99m}Tc -технетрилом (синхро-ОФЭКТ) у 122 (74,4%) больных про-

водилась по стандартному протоколу: нагрузка-покой, стресс-ЭхоКГ с физической нагрузкой – у 42 (25,6%) больных.

Таким образом, целью исследования явилось сравнение эффективности и безопасности коррекции бинарного РВС при помощи лекарственной баллонной ангиопластики

Таблица 2

Дооперационная ангиографическая характеристика больных

Показатель	Значение
Количество пораженных рестенозом стентированных участков КА, n, (%)	235 (100,0)
Ствол ЛКА, n (%)	3 (1,3)
Передняя нисходящая артерия, n (%)	82 (34,9)
Сегмент ПНА, n (%):	
проксимальный	15 (6,4)
средний	39 (16,6)
дистальный	28 (11,9)
Диагональная артерия, n (%)	22 (9,4)
Огибающая коронарная артерия, n (%)	37 (15,7)
Сегмент ОА, n (%):	
проксимальный	16 (6,8)
дистальный	21 (8,9)
Артерия тупого края, n (%)	24 (10,2)
Интермедиарная артерия, n (%)	4 (1,7)
Правая коронарная артерия, n (%)	48 (20,4)
Сегмент ПКА, n (%):	
проксимальный	11 (4,7)
средний	16 (6,8)
дистальный	21 (8,9)
Задняя нисходящая артерия, n (%)	11 (4,7)
Заднебоковая ветвь, n (%)	4 (1,7)
Тип коронарного кровоснабжения, n (%):	
правый	152 (78,8)
левый	17 (8,8)
сбалансированный	24 (12,4)
Рестеноз в зоне стентирования бифуркации КА, n (%)	17 (7,2)
Количество установленных стентов ($M \pm SD$)	$1,51 \pm 0,6$
Всего имплантировано стентов на первом этапе, n (%)	372 (100)
Тип (поколение) имплантированного стента на первом этапе, n (%):	
металлический стент	30 (8,0)
СЛП 1-го поколения	48 (12,9)
СЛП 2-го поколения	231 (62,1)
СЛП 3-го поколения	63 (16,9)
Длина стентированного участка, мм ($M \pm SD$)	$18,1 \pm 9,2$
Диаметр имплантированного стента, мм ($M \pm SD$)	$2,7 \pm 0,48$
Длина зоны рестеноза, мм ($M \pm SD$)	$13,9 \pm 4,7$
Рестеноз, % ($M \pm SD$)	72 ± 17
ХОКА, n (%)	26 (11,1)

Примечание. ХОКА – хроническая окклюзия коронарной артерии.

и имплантации СЛП у больных, ранее перенесших ЧКВ.

Критериями включения в исследование стали коронарное стентирование в анамнезе, значимый (бинарный) внутрисстенный рестеноз венечной артерии (сужение просвета стентированного участка 50% и более) с подтвержденной стресс-индуцированной ишемией по данным функциональных нагрузочных проб (ОФЭКТ миокарда или стресс-эхокардиографии); ОКС с выявленным при коронароангиографии бинарным РВС.

Критерии исключения из исследования были следующими: больные ИБС с сочетанным гемодинамически значимым поражением КА и клапанов сердца, аневризмой ЛЖ, требующей реконструкции, выраженной недостаточностью функции почек, онкологической патологией.

Первичная конечная точка исследования – несостоятельность целевого поражения. Вторичные конечные точки – ИМ, острая сердечная смерть, смерть от всех причин, острое нарушение мозгового кровообращения.

Статистический анализ

При статистической обработке оценивалось соответствие данных нормальному распределению в программе Statistica 12. Показатели описательной статистики включали определение следующих величин: число наблюдений (n), среднее значение (M), стандартное отклонение (SD), медиана (Me). Для суждения о значимости различий количественных переменных в случае распределения, близкого к нормальному, использовали t -критерий Стьюдента. В тех случаях, когда распределение отличалось от нормального, анализ выполнялся с помощью непараметрических критериев Вилкоксона и U -критерия Манна–Уитни.

Результаты выявления значимого внутрисстенного рестеноза в течение 12 мес были проанализированы с использованием метода Каплана–Мейера, график оценки представлял собой ступенчатую линию, значения функции между точками наблюдений считались константами. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

По результатам исследования, в зависимости от типа выполненного рентгенохирур-

гического вмешательства все пациенты были разделены на две группы. В 1-ю группу вошли 124 (64,2%) больных ИБС, которым выполнялась эндоваскулярная коррекция рестеноза КА при помощи повторной имплантации коронарного стента (КС) в зону РВС. Вторую группу составили 69 (35,8%) пациентов, перенесших ТЛБАП РВС баллонным катетером с лекарственным покрытием.

Выбор тактики лечения проводился в соответствии с оценкой данных, полученных при первичной ангиографии. У больных ИБС в группе СЛП (КС) преобладали поражения коронарного русла В1/В2 по классификации АСС/АНА – 84 (55,6%) внутрисстенных рестенозов. В группе БАП были выявлены преимущественно атеросклеротические изменения типа А – 41 (48,8%) РВС. В обеих группах наиболее часто встречался локальный РВС I типа по R. Merhan. При этом в группе БАП преимущественно выявлялся локальный внутрисстенный (IC) и локальный краевой (IB) типы рестеноза – у 37 (44,0%) и 16 (19,0%) больных, соответственно. Интраоперационная характеристика РВС представлена в таблице 3.

Оперативный доступ в большинстве случаев осуществлялся трансрадиально – 101 (81,5%) случаев в группе СЛП (КС) и 54 (78,3%) – у пациентов, перенесших лекарственную баллонную ангиопластику ($p = NS$). Эндоваскулярное лечение проводилось преимущественно на ПНА – 56 (37,1%) и 26 (31,0%) поражений в 1-й и 2-й группах, соответственно ($p = NS$). Количество вмешательств в бассейне ОА в группах СЛП и БАП достоверно не отличалось – 26 (17,2%) и 11 (13,1%), соответственно ($p = NS$). При ЧКВ на ПКА преимущественно выполнялась БАП – 23 (27,4%) зоны рестеноза против 25 (16,5%) поражений у больных с СЛП ($p = 0,04$). В процессе коронарного стентирования больным было всего имплантировано 177 стентов, из которых 135 (76,3%) составили СЛП второго поколения (кобальтовые (кобальтовый сплав) стент-системы с зотаролимусом, кобальтохромовые стент-системы с сиролимусом и зотаролимусом) и 42 (23,7%) – СЛП третьего поколения (платинохромовые стент-системы с эверолимусом, кобальтохромовые стент-системы с сиролимусом с биодеградируемым лекарственным покрытием). Длина стентированного участка в среднем составила $16,7 \pm 7,1$ мм. Средний диаметр баллона

Таблица 3

Ангиографическая характеристика внутривенных поражений КА (интраоперационная)

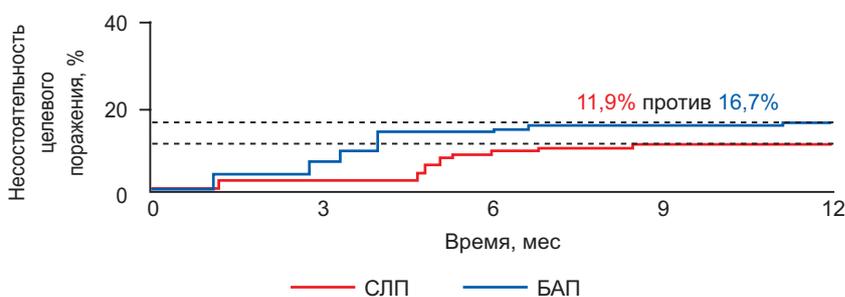
Показатель	1-я группа	2-я группа	p
Сегменты рестеноза, n (%)	151 (64,3)	84 (35,7)	
Тип поражения АСС/АНА, n (%):			
А	38 (25,2)	41 (48,8)	0,01
В1/В2	84 (55,6)	31 (36,9)	0,03
С	29 (19,2)	12 (14,3)	NS
Тип рестеноза (по R. Merhan), n (%):			
локальный межстендовый (IA)	19 (12,6)	–	
локальный краевой (IB)	21 (13,9)	16 (19,0)	
локальный внутривенный (IC)	18 (11,9)	37 (44,0)	
мультифокальный (ID)	23 (15,2)	8 (9,5)	
диффузный внутривенный (II)	27 (17,9)	13 (15,5)	
пролиферативный (III)	30 (19,9)	3 (3,6)	
окклюзивный (IV)	13 (8,6)	7 (8,3)	

в группах СЛП и БАП достоверно не отличался – $2,7 \pm 0,7$ и $2,7 \pm 0,6$ мм, соответственно ($p=NS$). Максимальное давление при проведении ТЛБАП составило $14,3 \pm 4,1$ атм в группе СЛП против $16,0 \pm 4,7$ атм в группе БАП ($p=NS$) (табл. 4).

По данным количественного анализа данных КАГ перед повторным эндоваскулярным вмешательством референсный диаметр сосуда в обеих группах достоверно не отличался и составил $2,6 \pm 0,5$ мм у больных с СЛП и $2,6 \pm 0,4$ мм у пациентов с БАП при минимальном диаметре просвета $0,5 \pm 0,4$ и $0,5 \pm 0,3$ мм, соответственно ($p=NS$). Длина поражения перед рестентированием и БАП была $10,1 \pm 5,6$ и $7,2 \pm 4,3$ мм в 1-й и 2-й группах ($p=0,005$) с диаметром стеноза $84,5 \pm 15,6$ и $78,8 \pm 11,7\%$ ($p=NS$). Непосредственно после повторного ЧКВ минимальный диаметр просвета был достоверно больше в 1-й группе, чем во 2-й – $2,6 \pm 0,5$ мм против $2,3 \pm 0,4$ мм ($p=0,001$). Остаточный стеноз по диаметру был достоверно более выражен у пациентов с БАП – $19,4 \pm 7,1\%$ ($p=0,001$).

В течение 1 года наблюдения после ре-ЧКВ частота выявления бинарного рестеноза составила 11,9% (18 поражений) в группе СЛП и 16,7% (14 поражений) в группе БАП ($p=NS$) (см. рисунок). Диаметр рестеноза при отдаленной потере просвета стентированного участка составлял $33,9 \pm 20,8$ и $44,6 \pm 19,4\%$ ($p=0,03$) и $0,7 \pm 0,6$ и $0,9 \pm 0,5$ мм ($p=0,04$) в 1-й и 2-й группах, соответственно. Минимальный диаметр просвета достоверно не отличался в группах и составил $2,6 \pm 0,6$ мм у пациентов с СЛП и $2,5 \pm 0,5$ мм у больных после БАП ($p=NS$). Среди всех типов РВС в обеих группах преобладал локальный краевой и локальный внутривенный рестеноз.

В течение 12-месячного периода наблюдения ИМ и нестабильная стенокардия с потребностью в повторной реваскуляризации возникли у 6 (3,1%) пациентов, их частота в группах достоверно не отличалась ($p=NS$). В группе БАП и СЛП по 1 больному перенесли нелетальное ОНМК по ишемическому типу. Летальных исходов в обеих группах за 12 мес не было (табл. 5).



Кривые Каплана–Мейера, демонстрирующие кумулятивную частоту выявления бинарных РВС в группах пациентов

Таблица 4

Характеристика процедуры ЧКВ (интраоперационная)

Показатель	1-я группа	2-я группа	p
Сегменты рестеноза, n (%)	151 (64,3)	84 (35,7)	
Радиальный доступ, n (%)	101 (81,5)	54 (78,3)	NS
Феморальный доступ, n (%)	23 (18,5)	15 (21,7)	NS
Ствол ЛКА, n (%)	3 (2,0)	–	0,001
Передняя нисходящая артерия, n (%)	56 (37,1)	26 (31,0)	NS
Сегмент ПНА, n (%):			
проксимальный	13 (8,6)	2 (2,4)	0,03
средний	29 (19,2)	11 (13,1)	0,04
дистальный	14 (9,3)	13 (15,5)	NS
Диагональная артерия, n (%)	12 (7,9)	10 (11,9)	NS
Огибающая коронарная артерия, n (%)	26 (17,2)	11 (13,1)	NS
Сегмент ОА, n (%):			
проксимальный	15 (9,9)	4 (4,8)	0,03
дистальный	11 (7,3)	7 (8,3)	NS
Артерия тупого края, n (%)	14 (9,3)	10 (11,9)	NS
Интермедиарная артерия, n (%)	3 (2,0)	1 (1,2)	0,03
Правая коронарная артерия, n (%)	25 (16,5)	23 (27,3)	0,04
Сегмент ПКА, n (%):			
проксимальный	9 (5,9)	3 (3,6)	0,04
средний	13 (8,6)	5 (6,0)	NS
дистальный	3 (2,0)	15 (17,8)	0,02
Задняя нисходящая артерия, n (%)	9 (6,0)	2 (2,4)	0,04
Заднебоковая ветвь, n (%)	3 (2,0)	1 (1,2)	0,04
Всего имплантировано стентов, n (%)	177 (100,0)	–	–
Тип имплантированного стента, поколение, n (%):			
второе	135 (76,3)	–	–
третье	42 (23,7)	–	–
ВСУЗИ	21 (13,9)	4 (5,8)	0,02
ОКТ	11 (7,3)	–	–
Длина стентированного участка, мм (M±SD)	16,7±7,1	–	–
Диаметр баллона, мм (M±SD)	2,7±0,7	2,7±0,6	NS
Максимальное давление раскрытия баллона, атм (M±SD)	14,3±4,1	16,0±4,7	NS

Примечание. ВСУЗИ – внутрисосудистое ультразвуковое исследование; ОКТ – оптическая когерентная томография; NS – различия статистически недостоверны.

Таблица 5

Количественный анализ данных коронароангиографии до и после ре-ЧКВ и в течение 1 года после оперативного вмешательства

Показатель	1-я группа	2-я группа	p
<i>До ре-ЧКВ</i>			
Референсный диаметр сосуда, мм (M±SD)	2,6±0,5	2,6±0,4	NS
Минимальный диаметр просвета, мм (M±SD)	0,5±0,4	0,5±0,3	NS
Длина поражения, мм (M±SD)	10,1±5,6	7,2±4,3	0,005
Диаметр стеноза, % (M±SD)	84,5±15,6	78,8±11,7	NS

Показатель	1-я группа	2-я группа	p
<i>После процедуры ре-ЧКВ</i>			
Референсный диаметр сосуда, мм (M±SD)	2,8±0,6	2,7±0,5	NS
Минимальный диаметр просвета, мм (M±SD)	2,6±0,5	2,3±0,4	0,001
Диаметр стеноза, % (M±SD)	12,5±5,2	19,4±7,1	0,001
<i>Отдаленные результаты процедуры ре-ЧКВ</i>			
Референсный диаметр сосуда, мм (M±SD)	2,6±0,5	2,4±0,4	0,04
Минимальный диаметр просвета, мм (M±SD)	2,6±0,6	2,5±0,5	NS
Диаметр рестеноза, % (M±SD)	33,9±20,8	44,6±19,4	0,03
Отдаленная потеря просвета, мм (M±SD)	0,7±0,6	0,9±0,5	0,04
Бинарный РВС, n (%)	18 (11,9)	14 (16,7)	NS
<i>Тип рестеноза (по R. Merhan), n (%):</i>			
локальный межстендовый (IA)	–	1 (5,6)	
локальный краевой (IB)	5 (26,3)	3 (16,7)	
локальный внутрискелетный (IC)	13 (68,4)	8 (44,3)	
мультифокальный (ID)	–	2 (11,1)	
диффузный внутрискелетный (II)	–	3 (16,7)	
пролиферативный (III)	–	1 (5,6)	
окклюзивный (IV)	1 (5,3)	–	

Обсуждение

Внутрискелетный рестеноз остается одной из главных проблем в рентгенэндоваскулярной хирургии. Прогрессирующее сужение просвета стента вследствие неоинтимальной гиперплазии является причиной РИМ и может привести к развитию нестабильной стенокардии и острого ИМ в среднеотдаленном и отдаленном периодах после ЧКВ. Эффективный и безопасный метод лечения РВС – ЧКВ в объеме коронарного стентирования или БАП баллонным катетером с лекарственным покрытием.

Использование БКЛП обеспечивает большую поверхность контакта между липофильным лекарственным веществом и сосудистой стенкой и приводит к быстрому поглощению препарата даже после первого раздувания баллонного катетера. Применение БКЛП позволяет избежать второго слоя металла внутри КА при лечении РВС [13]. Одновременно с этим множество рандомизированных исследований свидетельствуют о преимуществе имплантации СЛП перед БАП в отношении вероятности возникновения рестеноза и отдаленной потери просвета стентированного участка [7, 9, 11–13].

Применение современных стент-систем второго и третьего поколений с внедрением

новых платформ, изменением вида, способа и структуры нанесения лекарственного средства на каркас имплантата требует дальнейшего анализа их применения в коррекции РВС. Рандомизированные исследования и метаанализы включают оценку частоты рестеноза ГМС, СЛП первого и, в меньшей степени, второго поколений. Вероятность возникновения РВС при использовании этих поколений стент-систем определяется исследователями в широком диапазоне: 7–15%*. Одновременно, несмотря на меньшую эффективность БКЛП в рентгенохирургической коррекции РВС, применение БАП позволяет избежать дополнительной металлизации КА и сохранить возможность повторного стентирования в случае РИМ. Данное обстоятельство позволяет считать ангиопластику БКЛП полноправным методом эндоваскулярного лечения больных с РВС.

Частота достижения первичной конечной точки в нашем исследовании в случае применения СЛП составила 11,9% против 16,7% у больных с РВС, которые перенесли БАП. Частота больших сердечно-сосудистых собы-

* Шамес Д.В. Рестенозы коронарных артерий после стентирования и прогноз у больных ишемической болезнью сердца. Дис. ... канд. мед. наук. Казань; 2020.

тий в группах достоверно не отличалась, летальных исходов зарегистрировано не было. Вероятность возникновения потребности в РЦП при использовании СЛП коррелировала с данными исследования M.F. Abdelmegid et al. (2017 г.) и метаанализа DAEDALUS D. Giacoppo et al. (2020 г.) (12,5 и 13,4%, соответственно). При этом первичная конечная точка в группе СЛП была зарегистрирована нами с большей частотой по сравнению с данными, представленными F. Alfonso et al. (2018 г.), – 7,1% при реваскуляризации целевого поражения. При использовании БКЛП потребность в РЦП в нашем исследовании коррелировала с результатами D. Giacoppo et al. (2020 г.) – 20,4% и F. Alfonso et al. (2018 г.) – 15,6%. Данные о применении БКЛП M.F. Abdelmegid et al. (2017 г.) отличались, частота выявления бинарного РВС составила 33,3% [10–12].

Заключение

Эндоваскулярные методики коррекции РВС на сегодняшний день остаются «золотым стандартом» лечения больных ИБС с рецидивом ишемии с низким или пограничным баллом по ангиографической шкале Syntax Score. Применение СЛП второго и третьего поколений позволяет с хорошим результатом восстановить просвет стентированного участка, пораженного рестенозом. Наряду с этим, несмотря на более низкую эффективность в отношении возникновения потребности в реваскуляризации, использование БКЛП не менее безопасно. Применение ангиопластики БКЛП нивелирует проблему дополнительной металлизации артерии и позволяет сохранить возможность для последующего стентирования при повторном РИМ.

При этом рандомизированные исследования и метаанализы в отечественной и мировой литературе, посвященные проблеме рестеноза КА, практически не включают анализ трех и более этапов рентгенохирургической коррекции больных РВС. Пациенты с повторным РИМ, уже перенесшие эндоваскулярное лечение РВС, являются сложной категорией больных.

В этой связи у больных с рецидивом стенокардии целесообразен дальнейший анализ использования современных стент-систем и БКЛП в многоэтапной коррекции РВС.

Литература/References

1. Громова О.А., Торшин И.Ю., Лиля А.М., Назаренко А.Г., Золотовская И.А. Профилактика рестеноза у пациентов после чрескожного коронарного вмешательства: возможный патогенетический подход. *Русский медицинский журнал*. 2019; 8 (1): 33–40. Gromova O.A., Torshin I.Yu., Lila A.M., Nazarenko A.G., Zolotovskaya I.A. Prevention of restenosis in patients after percutaneous coronary intervention: possible pathogenetic approach. *Russian Medical Journal*. 2019; 8 (1): 33–40 (in Russ.).
2. Состояние сердечно-сосудистой хирургии в Российской Федерации – 2021. URL: <https://bakulev.ru/news/glavnoe/sostoyanie-serdechno-sosudistoy-khirurgii-v-rossiyskoy-federatsii-2021/> (дата обращения: 30.10.2023). State of cardiovascular surgery in the Russian Federation – 2021. URL: <https://bakulev.ru/news/glavnoe/sostoyanie-serdechno-sosudistoy-khirurgii-v-rossiyskoy-federatsii-2021/> (in Russ.) (data access: 30.10.2023).
3. Шумаков Д.В., Шехян Г.Г., Зыбин Д.И., Ялымов А.А., Веденикин Т.Ю., Попов М.А. Рестеноз стента: клиника, гемодинамические проявления, механизмы развития и возможности коррекции. *Кардиологический вестник*. 2021; 16 (1): 20–27. DOI: 10.17116/Cardiobulletin20211601120. Shumakov D.V., Shekhyan G.G., Zybin D.I., Yalymov A.A., Vedenikin T.Yu., Popov M.A. In-stent restenosis: symptoms, hemodynamic signs, pathogenesis and treatment. *Russian Cardiology Bulletin*. 2021; 16 (1): 20–27 (in Russ.). DOI: 10.17116/Cardiobulletin20211601120.
4. Шевченко Ю.Л., Стойко Ю.М., Гудымович В.Г. Дисфункция эндотелия и эндокарда при сердечно-сосудистых заболеваниях (патогенез, диагностика, профилактика и лечение). М.: НМХЦ им. Н.И. Пирогова; 2022. Shevchenko Yu.L., Stojko Yu.M., Gudymovich V.G. Endothelial and endocardial dysfunction in cardiovascular diseases (pathogenesis, diagnosis, prevention and treatment). Moscow; 2022 (in Russ.).
5. Шевченко Ю.Л., Стойко Ю.М., Гудымович В.Г., Черняго Т.Ю. Эндотелиальный гликокаликс в обеспечении функции сердечно-сосудистой системы. *Вестник НМХЦ им. Н.И. Пирогова*. 2020; 15 (1): 107–112. DOI: BPNMSC.2020.60.73.019. Shevchenko Yu.L., Stojko Yu.M., Gudymovich V.G., Chernyago T.Yu. Endothelial glycoalkalix in ensuring the functioning of the cardiovascular system. *Bulletin of Pirogov National Medical and Surgical Center*. 2020; 15 (1): 107–112 (in Russ.). DOI: BPNMSC.2020.60.73.019.
6. Шевченко Ю.Л., Симоненко В.Б., Борщев Г.Г., Ульбашев Д.С., Землянов А.В. Роль воспаления в генезе атеросклероза. *Клиническая медицина*. 2019; 97 (1): 5–13. Shevchenko Yu.L., Simonenko V.B., Borshchev G.G., Ul'bashev D.S., Zemlyanov A.V. The role of inflammation in the genesis of atherosclerosis. *Clinical Medicine*. 2019; 97 (1): 5–13 (in Russ.).
7. Шевченко Ю.Л., Ермаков Д.Ю., Марчак Д.И. Дисфункция коронарных шунтов и стентов после хирургической реваскуляризации миокарда больных ИБС: патогенез, факторы риска и клиническая оценка. *Вестник НМХЦ им. Н.И. Пирогова*. 2022; 17 (3): 94–100. DOI: 10.25881/20728255_2022_17_3_94.

- Shevchenko Yu.L., Ermakov D.Yu., Marchak D.I. Dysfunction of coronary bypass grafts and stents after surgical myocardial revascularization in patients with coronary artery disease: pathogenesis, risk factors and clinical assessment. *Bulletin of Pirogov National Medical and Surgical Center*. 2022; 17 (3): 94–100 (in Russ.). DOI: 10.25881/20728255_2022_17_3_94
8. Шумаков Д.В., Шехян Г.Г., Зыбин Д.И., Ялымов А.А., Степина Е.В., Попов М.А. Поздние осложнения чрескожных коронарных вмешательств. *Российский медицинский журнал*. 2020; 10: 25–28.
Shumakov D.V., Shekhyan G.G., Zybin D.I., Yalymov A.A., Stepina E.V., Popov M.A. Late complications of percutaneous coronary interventions. *Russian Medical Journal*. 2020; 10: 25–28 (in Russ.).
9. Виллер А.Г., Харпунов В.Ф., Боломатов Н.В., Марчак Д.И., Дьячков С.И., Матусов А.В. Отдаленные результаты эндоваскулярной хирургии внутрискрентного рестеноза венечных артерий. *Вестник НМХЦ им. Н.И. Пирогова*. 2013; 8 (2): 15–23.
Viller A.G., Harpunov V.F., Bolomatov N.V., Marchak D.I., D'yachkov S.I., Matusov A.V. Long-term outcome after endovascular treatment of coronary in-stent restenosis by paclitaxel-eluting balloons. *Bulletin of Pirogov National Medical and Surgical Center*. 2013; 8 (2): 15–23 (in Russ.).
10. Abdelmegid M.F., Ahmed T., Kato M., Ando K., Domei T., Iwabuchi M., et al. Drug-eluting stents or balloon angioplasty for drug-eluting stent-associated restenosis: An observational follow-up study of first-time versus repeated restenosis. *J. Saudi Heart Assoc*. 2017; 29: 76–83.
11. Alfonso F., Pérez-Vizcayno M.J., Cuesta J., García Del Blanco B., García-Touchard A., López-Mínguez J.R. et al. 3-year clinical follow-up of the RIBS IV clinical trial: A prospective randomized study of drug-eluting balloons versus everolimus-eluting stents in patients with in-stent restenosis in coronary arteries previously treated with drug-eluting stents. *JACC Cardiovasc. Interv*. 2018; 28; 11 (10): 981–991. DOI: 10.1016/j.jcin.2018.02.037
12. Giacoppo D., Alfonso F., Xu B., Claessen B., Adriaenssens T., Jensen C. et al. Paclitaxel-coated balloon angioplasty vs. drug-eluting stenting for the treatment of coronary in-stent restenosis: a comprehensive, collaborative, individual patient data meta-analysis of 10 randomized clinical trials (DAEDALUS study). *Eur. Heart J*. 2020; 7; 41 (38): 3715–3728. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz594
13. Осиев А.Г., Крестьянинов О.В. Покрытые баллонные катетеры в лечении рестенозов внутри коронарных стентов: механизм действия, технические аспекты, клиническая эффективность. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2011; 2: 76–81.
Osiev A.G., Krest'yaninov O.V. Drug-coated balloon catheters in the treatment of restenosis inside coronary stents: mechanism of action, technical aspects, clinical effectiveness. *Patologiya Krovoobrashcheniya i Kardiokhirurgiya*. 2011; 2: 76–81 (in Russ.).

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.132.2-089.819.5

Ишемическая болезнь сердца при аномалиях отхождения коронарных артерий: опыт чрескожных коронарных вмешательств

О.А. Махачев^{1,2}, Ф.Х. Абасов^{1,2✉}, О.А. Османов^{1,2}, М.Х. Хаджилаев¹, Р.И. Исалаев¹, А.М. Ураев¹, Д.З. Зайналбекова¹, К.Ш. Кебедов¹

¹ ГБУ РД «Научно-клиническое объединение «Дагестанский центр кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии им. А.О. Махачева»», Махачкала, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Махачкала, Российская Федерация

Махачев Осман Абдулмаликович, д-р мед. наук, профессор, руководитель по научно-исследовательской работе и внедрению новых технологий, заведующий кафедрой кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии с лабораторией хирургической техники; orcid.org/0009-0002-1789-6117

✉ **Абасов Физули Ханахмедович**, заместитель главного врача по лечебной работе, ассистент кафедры; orcid.org/0009-0001-3443-4697, e-mail: abasov.fizuli@yandex.ru

Османов Осман Абдурахманович, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0009-0007-6270-2701

Хаджилаев Магомед Хаджилаевич, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению

Исалаев Расул Исалавович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению

Ураев Али Магомедович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению

Зайналбекова Джамиля Зайналбековна, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению

Кебедов Кебедмагомед Шайихамедович, анестезиолог-реаниматолог

Резюме

Введение. Аномальное отхождение коронарных артерий является самой частой врожденной патологией венечных артерий. В мировой литературе опубликованы регистры и клинические наблюдения, при которых аномальное отхождение коронарных артерий вызывает жизнеугрожающие состояния. Цель статьи – представить опыт выполнения чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) у пациентов с ишемической болезнью сердца в сочетании с аномальным отхождением венечных артерий.

Материал и методы. С января 2014 г. по ноябрь 2023 г. в ГБУ РД «Научно-клиническое объединение «Дагестанский центр кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии им. А.О. Махачева»» выполнено 18810 коронарографий. В 35 (0,2%) случаях были выявлены аномалии отхождения коронарных артерий: отхождение огибающей артерии (ОА) от правой коронарной артерии (ПКА) диагностировано у 12 пациентов, у 9 больных – отхождение ПКА от аорты выше синуса Вальсальвы (СВ), отхождение ПКА от левого СВ выявлено в 6 случаях, в 4 наблюдениях установлено отхождение ОВ от правого СВ, у 3 – отхождение передней нисходящей артерии от ПКА, единая коронарная артерия диагностирована у одного пациента. Гемодинамически значимые стенозы, требующие прямой реваскуляризации миокарда, были диагностированы в 15 (43%) из 35 наблюдений.

Результаты. Стентирование коронарных артерий выполнено 9 пациентам. Во всех случаях имплантированы стенты с лекарственным покрытием. Хороший ангиографический результат получен во всех наблюдениях, осложнений во время и после вмешательств не отмечено. Пациенты с многососудистым поражением и Syntax Score более 23 баллов были направлены для выполнения коронарного шунтирования.

Заключение. Коронарография в большинстве случаев позволяет диагностировать редкие аномалии КА (0,2%), определить вариант патологии, установить степень атеросклеротического поражения коронарного русла и избрать оптимальный метод прямой реваскуляризации миокарда. Частота ЧКВ со стентированием у больных с аномальным отхождением КА, по нашим данным, составила 26% (n=9), а использование этого метода реваскуляризации является безопасным и эффективным. Ретроградная техника при аномальном отхождении ПКА от левого синуса Вальсальвы позволяет улучшить поддержку гайд-катетером и оптимизировать выполнение чрескожного коронарного вмешательства.

Ключевые слова: аномальное отхождение, ишемическая болезнь сердца, чрескожное коронарное вмешательство

Для цитирования: Махачев О.А., Абасов Ф.Х., Османов О.А., Хаджилаев М.Х., Исалаев Р.И., Ураев А.М., Зайналбекова Д.З., Кебедов К.Ш. Ишемическая болезнь сердца при аномалиях отхождения коронарных артерий: опыт чрескожных коронарных вмешательств. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (1): 63–70. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-63-70

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 05.02.2024
Принята к печати 28.02.2024

Ischemic heart disease with anomalies of coronary arteries origin: experience of percutaneous coronary interventions

O.A. Makhachev^{1,2}, F.Kh. Abasov^{1,2}✉, O.A. Osmanov^{1,2}, M.Kh. Khadzhibaev¹, R.I. Isalaev¹, A.M. Uraev¹, D.Z. Zainalbekova¹, K.Sh. Kebedov¹

¹ Scientific and Clinical Association "Dagestan A.O. Makhachev's Center for Cardiology and Cardiovascular Surgery", Makhachkala, Russian Federation

² Dagestan State Medical University, Makhachkala, Russian Federation

Osman A. Makhachev, Dr. Med. Sci., Professor, Head of the Department of Research and Implementation of New Technologies, Head of the Department of Cardiology and Cardiovascular Surgery with the Laboratory of Surgical Technique; orcid.org/0009-0002-1789-6117

✉ **Fizuli Kh. Abasov**, Deputy Chief Physician for Medical Work, Assistant of the Department; orcid.org/0009-0001-3443-4697, e-mail: abasov.fizuli@yandex.ru

Osman A. Osmanov, Head of the Department of X-ray Surgical Methods Diagnostic and Treatment; orcid.org/0009-0007-6270-2701

Magomed Kh. Khadzhibaev, Endovascular Surgeon

Rasul I. Isalaev, Endovascular Surgeon

Ali M. Uraev, Endovascular Surgeon

Dzhamilya Z. Zainalbekova, Endovascular Surgeon

Kebedmagomed Sh. Kebedov, Anesthesiologist

Abstract

Introduction. An anomalous origin of coronary arteries (AOCA) is the most common congenital pathology of coronaries. In the world scientific works and papers there are registers and clinical observations showing that the AOCA causes life-threatening conditions.

The aim of the article is to present the experience of percutaneous coronary intervention for patients with ischemic heart disease along with the anomalous origin of coronary arteries.

Material and methods. From January 2014 to November 2023 18 810 coronarographies were carried out in Dagestan A.O. Makhachev's Center for Cardiology and Cardiovascular Surgery. In 35 (0.2%) cases coronary artery abnormalities were identified: circumflex artery origin from the right coronary artery (RCA) was detected in twelve patients. Nine patients diagnosed with the right coronary artery origin from the aorta above the Valsalva sinus. Right coronary artery origin from the left Valsava sinus was detected in six cases. Also following the results of four observations the origin of the circumflex branch from the right Valsalva sinus. In three cases there was the origin of the anterior descending artery from the right coronary artery. Following the results of one observation a single coronary artery was diagnosed. Hemodynamically significant stenoses requiring direct myocardial revascularization were diagnosed in 15 (43%) of 35 observations.

Results. Coronary artery stenting was performed with nine patients. Drug-eluting stents are implanted in all cases. A good angiographic result was obtained in all observations. There were no complications during and after interventions.

The patients with multivascular lesion Syntax Score > 23 were referred for coronary bypass surgery.

Conclusion. Coronarography in most cases helps to diagnose rare anomalies of coronary arteries (0.2%), to determine the pathology variant, to establish the degree of atherosclerotic lesion of the coronary bed and choose the optimal method of direct myocardial revascularization.

According to our data, the incidence (frequency) of percutaneous coronary interventions along with stenting in patients with AOCA was 26% (n=9). Using of this revascularization method is safe and effective. Retrograde technique in abnormal right coronary artery origin from the left sinus of Valsalva allows to improve the support with a hyde catheter and optimize the performance of a percutaneous coronary intervention.

Keywords: anomalous origin, ischemic heart disease, percutaneous coronary intervention

For citation: Makhachev O.A., Abasov F.Kh., Osmanov O.A., Khadzhibaev M.Kh., Isalaev R.I., Uraev A.M., Zainalbekova D.Z., Kebedov K.Sh. Ischemic heart disease with anomalies of coronary arteries origin: experience of percutaneous coronary interventions. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (1): 63–70 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-63-70

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

Received February 5, 2024
Accepted February 28, 2024

Введение

Аномальное отхождение коронарных артерий (АОКА) представлено спектром

врожденных аномалий коронарных артерий (АКА), встречающихся в 0,2–1,2% наблюдений при выполнении коронарографии [1]. Например, по данным О. Yamanasa

и R.E. Hobbs [2], врожденные АКА были выявлены в 1,3% случаев: диагностированы 1686 аномалий при выполнении 126 595 коронарографий. В большинстве случаев обнаруженные АКА не имели клинических проявлений, симптомов или осложнений. В мировой литературе описаны наблюдения, при которых АОКА сочетаются с ишемической болезнью сердца [3, 4] и нарушениями сердечного ритма, приводящими к внезапной сердечной смерти [5, 6]. Кардиохирургами описаны случаи, когда «доброкачественное» отхождение огибающей артерии (ОА) от правого коронарного синуса с ретроаортальным прохождением стало причиной летального исхода при протезировании аортального и/или митрального клапана вследствие компрессии ОА протезными кольцами с развитием послеоперационной ишемии боковой стенки левого желудочка [7]. В 19% случаев причиной внезапной смерти у юных спортсменов, выступающих на соревнованиях в США, являются АКА [8]. Среди многочисленных вариантов АОКА наиболее серьезную группу представляет аномальное отхождение ствола левой коронарной артерии (ЛКА) от правого коронарного синуса с интрамуральным ее прохождением [9]. Независимо от частоты встречаемости любой тип (анатомический вариант) ветвления, отхождения или следования КА, обусловленных нормальным эмбриогенезом КА, является вариантом нормы. Учитывая то, что некоторые из редких анатомических вариантов отхождения, следования или ветвления КА могут оказаться причиной хирургического осложнения или ухудшения перфузии миокарда и даже внезапной сер-

дечной смерти, знание особенностей анатомии таких КА представляется крайне важным [10].

Материал и методы

С января 2014 г. по ноябрь 2023 г. в ГБУ РД «Научно-клиническое объединение “Дагестанский центр коронарной и сердечно-сосудистой хирургии им. А.О. Махачева”» выполнено 18 810 коронарографий. В 35 (0,2%) случаях были выявлены аномалии коронарных артерий, которые систематизированы по классификации P. Angelini (1999 г.) [11] и представлены в таблице 1.

Средний возраст пациентов составил 60 (от 49 до 75) лет, больных мужского пола было 23 (66%).

Гемодинамически значимые стенозы, требующие прямой реваскуляризации миокарда, были диагностированы в 15 (43%) наблюдениях. Односудистое поражение выявлено у 8 больных (Syntax Score менее 22), у 6 диагностирован тяжелый коронарный атеросклероз с многосудистым поражением (Syntax Score 23–32 балла (n=4) и более 32 баллов (n=2)). Эти 6 пациентов были направлены на коронарное шунтирование. У одного больного аортокоронарное шунтирование было выполнено ранее.

Чрескожное коронарное вмешательство со стентированием коронарных артерий проведено 9 пациентам. В 3 случаях больным со стенокардией напряжения III функционального класса (ФК) выполнено стентирование ОА, отходящей от ПКА (рис. 1).

Стентирование ПКА, аномально отходящей от аорты выше синуса Вальсальвы, проведено

Таблица 1

Распределение больных в зависимости от варианта патологии, n (%)

Вариант АКА с указанием места отхождения	Общее число пациентов	Число оперированных больных
ОА от ПКА	12 (34)	4* (11,4)
ПКА от восходящей аорты выше правого СВ	9 (26)	3 (8,5)
ПКА от левого СВ	6 (17,1)	1 (3%)
ОВ отдельным устьем от правого СВ	4 (11,4)	–
ПНА от ПКА	3 (8,5)	–
Единая коронарная артерия от левого СВ	1 (3)	1 (3)
Всего...	35 (100)	9 (25,9)

Примечание. ОА – огибающая артерия; СВ – синус Вальсальвы; ПНА – передняя нисходящая артерия; ПКА – правая коронарная артерия.

* В 1 случае выполнено ЧКВ со стентированием ПНА.

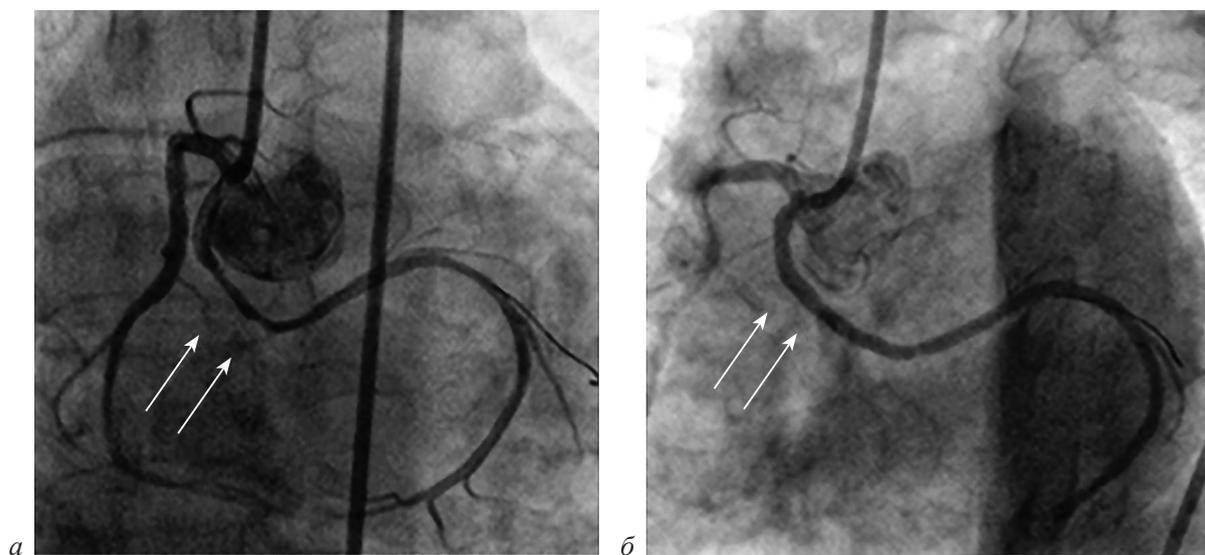


Рис. 1. Стентирование стеноза ОА (указана стрелками), отходящей от проксимальной трети ПКА (а, б)

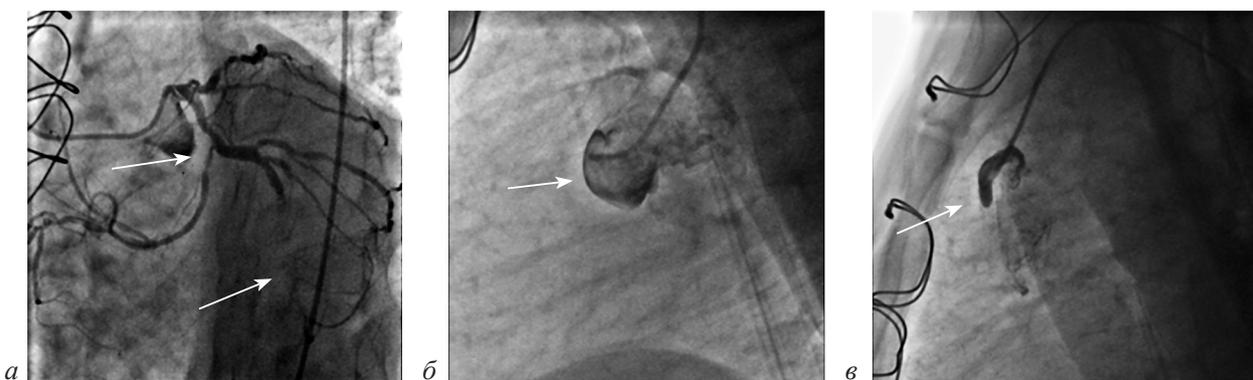


Рис. 2. Коронарография пациента 75 лет, диагноз – нестабильная стенокардия. В анамнезе операция аортокоронарного шунтирования от 2016 г. Шунт из левой внутренней грудной артерии к ПНА функционирует:

а – единая коронарная артерия, окклюзия венозного шунта к ПКА, стеноз устья ПКА от ОА; б – окклюзия ЗМЖВ ОВ, отсутствие ПКА в правом СВ; в – окклюзия шунта к ПКА

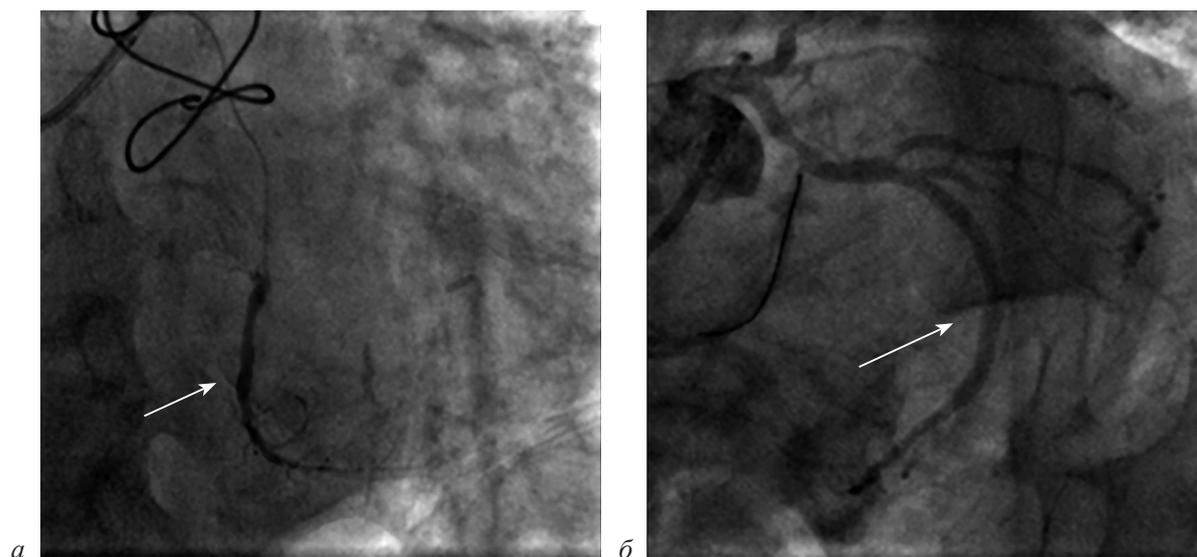


Рис. 3. Коронарография:

а – первый этап – реканализация с помощью микрокатетера (стрелкой указано введение контрастного вещества через установленный катетер); б – баллонная ангиопластика и стентирование ЗМЖВ ОВ (стрелкой указано состояние после стентирования)

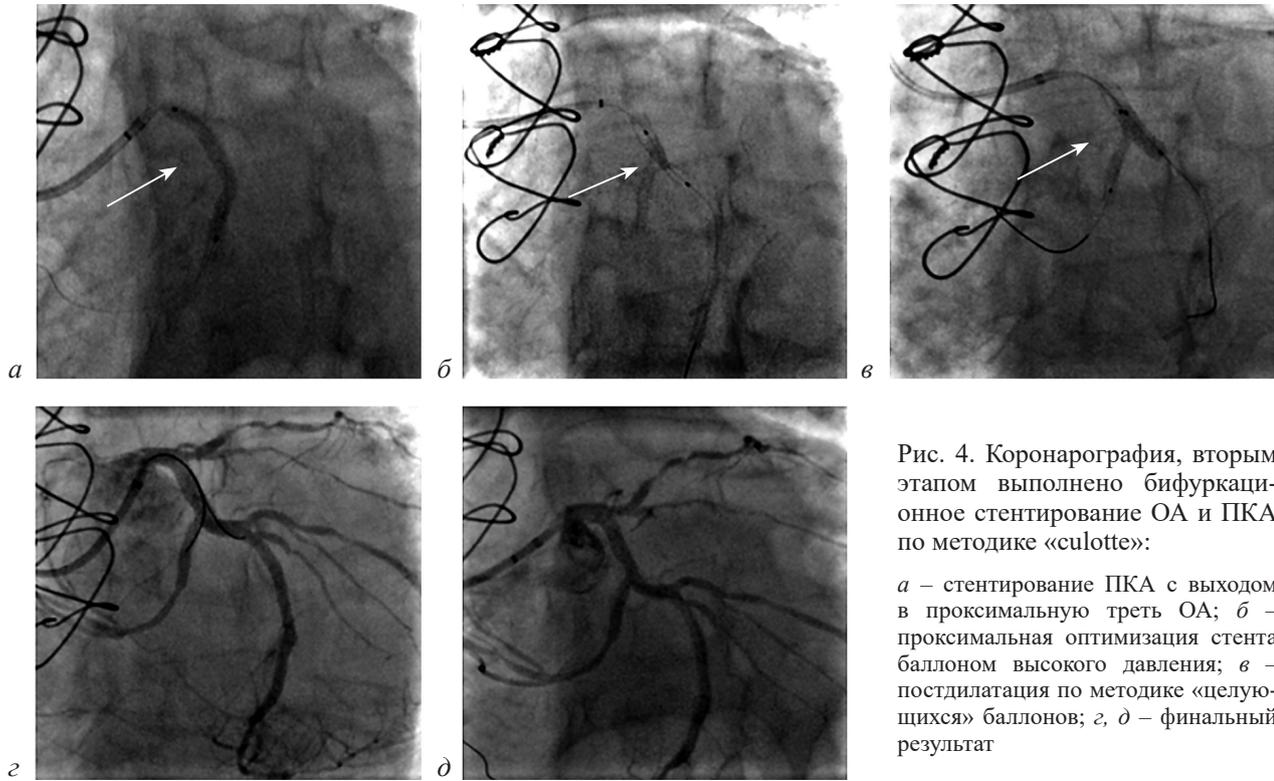


Рис. 4. Коронарография, вторым этапом выполнено бифуркационное стентирование ОА и ПКА по методике «culotte»:

а – стентирование ПКА с выходом в проксимальную треть ОА; *б* – проксимальная оптимизация стента баллоном высокого давления; *в* – постдилатация по методике «целующихся» баллонов; *г, д* – финальный результат

3 больным, и 1 пациенту 75 лет с нестабильной стенокардией (НС), аномальным отхождением ОА от ПКА и стенозом проксимальной трети ПНА выполнено прямое стентирование ПНА. Больному с единой КА (ЕКА) одномоментно проведены реканализация задней межжелудочковой ветви (ЗМЖВ) ОВ и бифуркационное стентирование ОА и ПКА по методике «culotte» (рис. 2–4).

Ретроградная реканализация ПКА, отходящей от левого СВ, выполнена в одном наблюдении. Этот пациент поступил с острым коронарным синдромом в Региональный сосудистый центр, где была выполнена экс-

тренная коронарография. После многократных попыток обнаружить и катетеризировать ПКА не удалось (рис. 5), больному был проведен тромболизис альтеплазой. В плановом порядке через месяц в ДЦК и ССХ выполнена КГ, во время которой ПКА катетеризована полуселективно, выявлен критический стеноз ПКА в средней трети и аномальное отхождение этой артерии от левого синуса Вальсальвы. Другие коронарные артерии без значимых стенозов, тип кровоснабжения правый.

Многочисленные попытки катетеризации ПКА гайд-катетерами различной модифика-

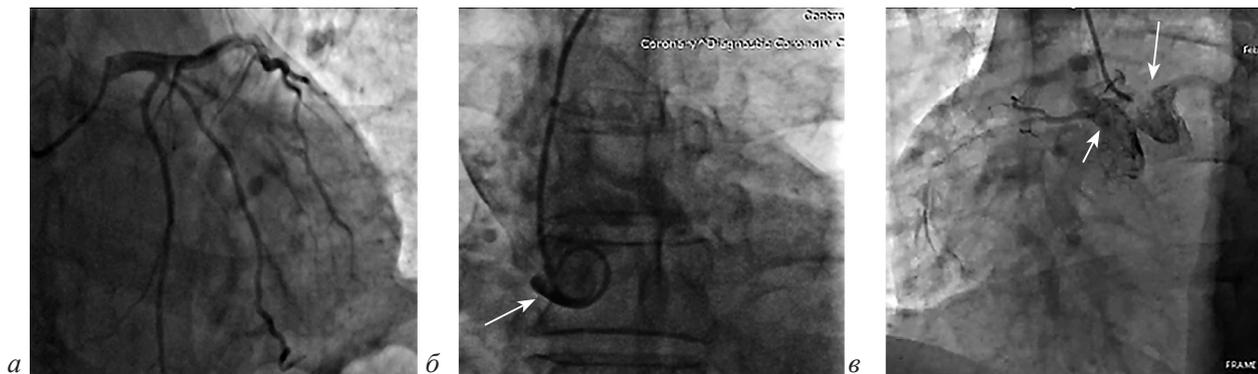


Рис. 5. Коронарография при поступлении в Региональный сосудистый центр:

а – АКА без значимых изменений; *б* – отсутствие ПКА в правом СВ; *в* – полуселективная катетеризация ПКА в левом СВ

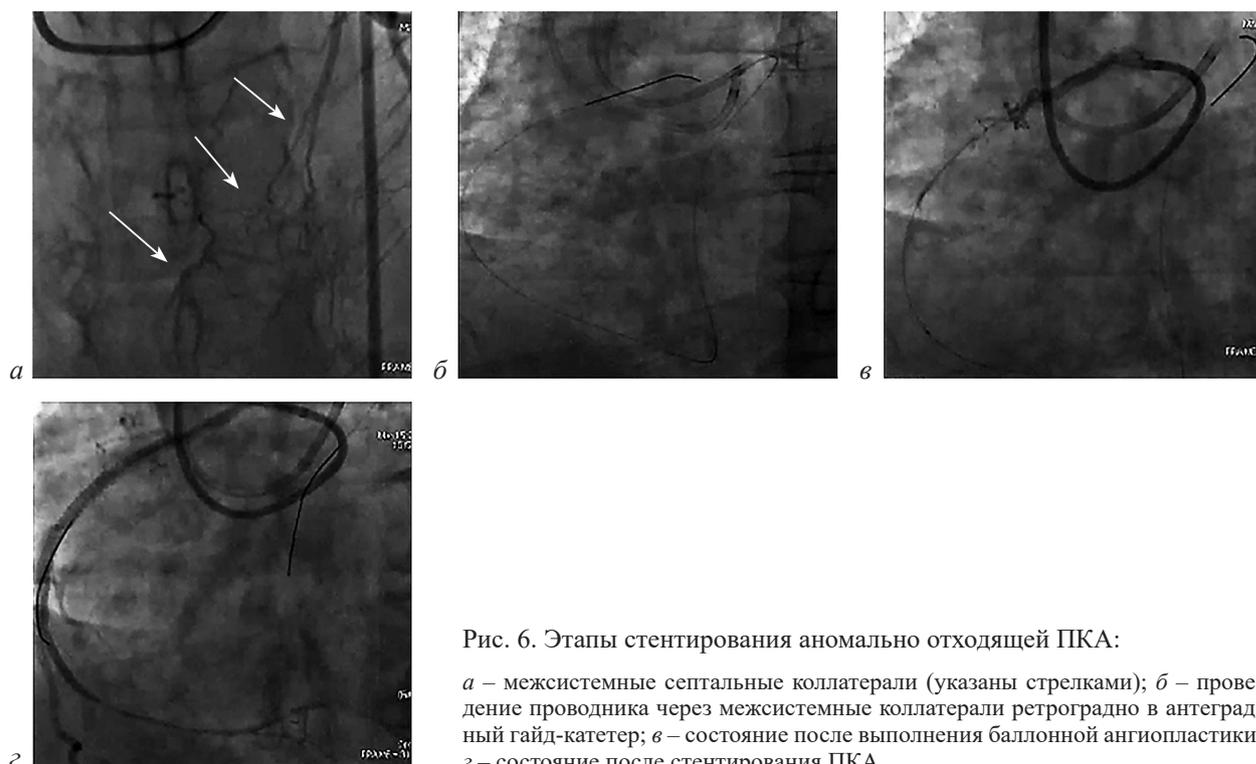


Рис. 6. Этапы стентирования anomalно отходящей ПКА:

a – межсистемные септальные коллатерали (указаны стрелками); *б* – проведение проводника через межсистемные коллатерали ретроградно в anteградный гайд-катетер; *в* – состояние после выполнения баллонной ангиопластики; *z* – состояние после стентирования ПКА

ции были безуспешны. Использована ретроградная техника, через ПНА микрокатетер был проведен по септальным коллатералиям в ПКА. Коронарный проводник, проведенный в левый СВ, удалость экстернализовать с помощью коронарной петли во второй гайд-катетер, установленный в левом СВ. Микрокатетер заведен в гайд-катетер, и по технике *tip in* коронарный проводник с мягким кончиком проведен в микрокатетер ПКА. Удалось селективно катетеризировать ПКА гайд-катетером JL 4,0. Выполнена предилатация баллонными катетерами $1,5 \times 20$ мм (18 атм) и $2,75 \times 12$ мм (12 атм) с последующим стентированием ПКА. Имплантированы стенты с лекарственным покрытием $2,75 \times 28$ мм (25 атм), $3,0 \times 28$ мм (18 атм) (рис. 6).

Результаты

Хороший ангиографический результат получен во всех наблюдениях, осложнений во время и после операций не отмечено. Двое больных повторно поступили с клиникой СН III ФК спустя 3 года и 5 лет, обоим ранее стентирована ОА. При контрольной КАГ выявлены гемодинамически незначимые рестенозы в ОА и новые стенозы в ПКА и ПНА, которые были успешно стентированы.

Обсуждение

В результате крупного популяционного исследования было установлено, что наиболее частыми АОКА являются: отхождение левой ОА от ПКА – 58,3% случаев, единая КА диагностирована у 12,5% пациентов, эктопия ЛКА – у 10,4%, аномалии ПНА и ПКА – у 10,4 и 8,5% больных, соответственно [12].

По данным регистра из 13 испанских клиник от 2003 г., на 23 000 процедур коронарографии аномалии КА были выявлены у 98 (0,4%) пациентов: аномалии левой ОА ($n=46$; 47%), ПКА ($n=25$; 25,5%), ЛКА ($n=10$; 10,2%), ПНА (3; 3,1%), единая КА ($n=6$; 6,1%) и другие аномалии КА ($n=8$; 8,2%) [13].

Проанализировав множество редких вариантов нормы, Л.А. Бокерия и И.И. Беришвили, опираясь на анатомические и хирургические особенности отхождения, следования и ветвления КА, выделили следующие случаи вариантной диспозиции нормальных КА [10]: 1) с большим числом артерий, отходящих от аортальных синусов; 2) с меньшим числом ветвей правой и левой восходящей аорты; 3) с «ныряющими» КА.

С нашей точки зрения, наиболее полная систематика аномалий коронарных артерий

Таблица 2

Классификация аномалий отхождения коронарных артерий (P. Angelini, 1999 г.)

Аномалия	Варианты
Отхождение КА от аорты	<ul style="list-style-type: none"> • ЛКА от правого синуса Вальсальвы • ПКА от левого СВ • ПНА и ОА отходят от правого СВ. • ЕКА, отходящая от правого, левого или некоронарного СВ. • От восходящей аорты. • От нисходящей аорты
Отхождение КА от легочной артерии	<ul style="list-style-type: none"> • ЛКА отходит от ЛА (синдром Бланда–Уайта–Гарланда). • ПКА отходит от ЛА. • ПНА отходит от ЛА. • ПКА и ЛКА отходят от ЛА
Аномалии ветвления КА	<ul style="list-style-type: none"> • ЛКА от проксимальной части ПКА. • ОА от ПКА. • ПКА отходит от левой ОА. • ПКА отходит от ПНА
Отхождение от других системных артерий	<ul style="list-style-type: none"> • От безымянной артерии. • От брахиоцефального ствола. • От левой внутренней грудной артерии. • От левой подключичной артерии. • От общей сонной артерии. • От плечевой артерии
Отхождение от левого желудочка	–

представлена в классификации P. Angelini, 1999 г. [9, 14] (табл. 2).

Согласно вышеприведенной классификации, отхождение ОА от правой коронарной артерии было наиболее частым вариантом АКА в нашем исследовании. Частота атеросклеротического поражения КА, требующего выполнения чрескожного коронарного вмешательства со стентированием, по нашим данным, была одинаковой при отхождении ОА от ПКА (n=3) и ПКА, отходящей выше правого СВ (n=3). Рестенозы в течение 3 и 5 лет у 2 наших пациентов могут быть связаны с мальпозицией стента вследствие неоптимального подбора его диаметра. Применение внутрисосудистого ультразвукового исследования при аномалиях отхождения КА позволит выполнить количественную оценку коронарного сосуда, оценить степень его поражения и характер атеросклеротической бляшки, что дает возможность оптимизировать технику оперативного пособия и улучшить отдаленные результаты [11].

Заключение

Коронарография в большинстве случаев позволяет диагностировать редкие аномалии

КА (0,2%), определить вариант патологии, установить степень атеросклеротического поражения коронарного русла и выбрать оптимальный метод прямой реваскуляризации миокарда. Частота ЧКВ со стентированием у больных с АОКА, по нашим данным, составила 26% (n=9), а использование этого метода реваскуляризации является безопасным и эффективным. Ретроградная техника при аномальном отхождении ПКА от левого синуса Вальсальвы позволяет улучшить поддержку гайд-катетером и оптимизировать выполнение чрескожного коронарного вмешательства.

Литература/References

1. Kimbiris D., Iskandrian A.S., Segal B.L., Bemis C.E. Anomalous aortic origin of coronary arteries. *Circulation*. 1978; 58 (4): 606–615. DOI: 10.1161/01.cir.58.4.606
2. Yamanaka O., Hobbs R.E. Coronary artery anomalies in 126,595 patients undergoing coronary arteriography. *Catheter. Cardiovasc. Diagn.* 1990; 21 (1): 28–40. DOI: 10.1002/ccd.1810210110
3. Aydın M., Ozeren A., Peksoy I., Cabuk M., Bilge M., Dursun A., Elbey M.A. Myocardial ischemia caused by a coronary anomaly: left circumflex coronary artery arising from right sinus of Valsalva. *Tex. Heart Inst. J.* 2004; 31 (3): 273–275.

4. Dogan S.M., Gursurer M., Aydin M., Gocer H., Cabuk M., Dursun A. Myocardial ischemia caused by a coronary anomaly left anterior descending coronary artery arising from right sinus of Valsalva. *Int. J. Cardiol.* 2006; 112 (3): e57–e59. DOI: 10.1016/j.ijcard.2006.03.063
5. Cheitlin M.D., De Castro C.M., McAllister H.A. Sudden death as a complication of anomalous left coronary origin from the anterior sinus of Valsalva, a not-so-minor congenital anomaly. *Circulation.* 1974; 50 (4): 780–787. DOI: 10.1161/01.cir.50.4.780
6. Greet B., Quinones A., Srichai M., Bangalore S., Roswell R.O. Anomalous right coronary artery and sudden cardiac death. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2012; 5 (6): e111–e112. DOI: 10.1161/CIRCEP.112.978635
7. Papakonstantinou N.A., Leontiadis E., Katsaridis S.D., Milonakis M., Avgerinos D., Papadopoulos K. et al. Anomalous circumflex artery: a benign variant generating a malignant potential after valve surgery. *Coron. Artery Dis.* 2023; 34 (5): 364–371. DOI: 10.1097/MCA.0000000000001247
8. Maron B.J., Haas T.S., Ahluwalia A., Murphy C.J., Garberich R.F. Demographics and epidemiology of sudden deaths in young competitive athletes: From the United States National Registry. *Am. J. Med.* 2016; 129 (11): 1170–1177. DOI: 10.1016/j.amjmed.2016.02.031
9. Angelini P., Uribe C. Anatomic spectrum of left coronary artery anomalies and associated mechanisms of coronary insufficiency. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2018; 92 (2): 313–321. DOI: 10.1002/ccd.27656
10. Бокерия Л.А., Беришвили И.И. Хирургическая анатомия венечных артерий. М.: Изд-во НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН; 2003.
11. Bockeria L.A., Berishvili I.I. Surgical anatomy of the coronary arteries. Moscow; 2003 (in Russ.).
12. Angelini P. Coronary artery anomalies: an entity in search of an identity. *Circulation.* 2007; 115 (10): 1296–1305. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.618082
13. Yüksel S., Meriç M., Soylu K., Gülel O., Zengin H., Demircan S. et al. The coronary angiographic analysis of 16573 patients for coronary artery origination and course anomalies. Available at: <http://spo.escardio.org/eslides/view.aspx?eevtid=48&fp=P4221>
14. Barriales-Villa R., Morís C., Sanmartín J.C., Fernández E., Pajín F., Ruiz Nodar J.M. Registro de anomalías congénitas de las arterias coronarias con origen en el seno de Valsalva contralateral en 13 hospitales españoles (RACES) [Anomalous coronary arteries originating in the contralateral sinus of Valsalva: registry of thirteen Spanish hospitals (RACES)]. *Rev. Esp. Cardiol.* 2006; 59 (6): 620–623 (in Spanish).
15. Yuan S.M. Anomalous origin of coronary artery: taxonomy and clinical implication. *Rev. Bras. Circ. Cardiovasc.* 2014; 29 (4): 622–629. DOI: 10.5935/1678-9741.20140109

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.831-005.1-089.819.1

Анализ предикторов и факторов риска возникновения ранней геморрагической трансформации после внутрисосудистой тромбэктомии у пациентов с острым ишемическим инсультом: многоцентровое ретроспективное исследование

Т.Р. Вильданов^{1,2✉}, В.В. Плечев¹, Л.Г. Чудновец³, А.И. Корепанова⁴, М.С. Загидулина³, Д.В. Плечева¹, М.А. Бессмертных⁵, Р.Р. Сайфуллин²

¹ ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет», Уфа, Российская Федерация

² ГБУЗ РБ «Городская клиническая больница № 21», Уфа, Российская Федерация

³ ГБУЗ РБ «Клиническая больница скорой медицинской помощи», Уфа, Российская Федерация

⁴ ГБУЗ «Ленинградская областная клиническая больница», Санкт-Петербург, Российская Федерация

⁵ БУ ХМАО «Сургутская клиническая травматологическая больница», Сургут, Российская Федерация

✉ **Вильданов Тагир Рафаэлевич**, аспирант, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-4822-9229, e-mail: vildanov.tag@yandex.ru

Плечев Владимир Вячеславович, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой госпитальной хирургии; orcid.org/0000-0002-6716-4048

Чудновец Лев Георгиевич, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0003-2802-6694

Корепанова Анна Игоревна, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-1419-2870

Загидулина Мария Сергеевна, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0009-0006-5823-0804

Плечева Дина Владимировна, д-р мед. наук, профессор; orcid.org/0009-0004-6617-5417

Бессмертных Максим Александрович, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0002-6311-1563

Сайфуллин Рустам Робертович, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0009-0009-1265-7265

Резюме

Цель – изучить факторы риска и предикторы возникновения геморрагической трансформации у пациентов с ишемическим инсультом после проведения внутрисосудистой тромбэктомии.

Материал и методы. Сбор материалов проводился на базе Клинической больницы скорой медицинской помощи Уфы в период с 2017 по 2021 г. (168 пациентов), Городской клинической больницы № 21 Уфы за 2022–2023 гг. (39 пациентов), Сургутской клинической травматологической больницы за 6 мес 2022 г. (29 пациентов). Пациенты были разделены на три группы: с развитием симптомной геморрагической трансформации (сГТ) (n=57; 24,1%), асимптомной геморрагической трансформации (аГТ) (n=32; 13,6%) и без геморрагической трансформации (n=147; 62,3%).

Результаты. У пациентов с сГТ исходно был более высокий балл по шкале NIHSS, чем в группах без ГТ и аГТ: $15 \pm 5,5$ против $13 \pm 5,8$ и $13,5 \pm 4,9$ соответственно ($p < 0,05$). Средние значения ранних ишемических изменений по шкале ASPECTS были ниже в группе сГТ: $8,3 \pm 1,2$ против $9,0 \pm 1,2$ в группе без ГТ ($p=0,001$) и $8,9 \pm 1,1$ в группе аГТ ($p=0,01$). У пациентов с сГТ достоверно чаще встречался сахарный диабет (СД) 2-го типа, чем в группах без ГТ и аГТ: 43,9% (n=25) против 28,6% (n=42) и 15,6% (n=5) соответственно ($p < 0,05$). Уровень глюкозы в крови при поступлении в группе сГТ составил $8,2 \pm 2,3$ ммоль/л против $6,3 \pm 3,1$ ммоль/л в группе без ГТ и $6,7 \pm 1,6$ ммоль/л в группе с аГТ ($p < 0,05$). Частота встречаемости острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) или транзиторной ишемической атаки (ТИА) в анамнезе была больше в группе сГТ: 31,6% (n=18) против 20,4% (n=30) в группе без ГТ и 15,6% (n=5) в группе с аГТ.

Заключение. Пожилой возраст, высокий балл по шкале NIHSS, низкий балл по шкале ASPECTS, наличие ОНМК или ТИА, СД в анамнезе и гипергликемии при поступлении, количество попыток при внутрисосудистой тромбэктомии являются предикторами развития симптомной геморрагической трансформации.

Ключевые слова: геморрагическая трансформация, острый ишемический инсульт, факторы риска геморрагической трансформации, предикторы геморрагической трансформации

Для цитирования: Вильданов Т.Р., Плечев В.В., Чудновец Л.Г., Корепанова А.И., Загидулина М.С., Плечева Д.В., Бессмертных М.А., Сайфуллин Р.Р. Анализ предикторов и факторов риска возникновения ранней геморрагической трансформации после внутрисосудистой тромбэктомии у пациентов с острым ишемическим инсультом: многоцен-

тровое ретроспективное исследование. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (1): 71–79. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-71-79

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 26.01.2024
Принята к печати 16.02.2024

Analysis of predictors and risk factors of early hemorrhagic transformation after intravascular thrombectomy in patients with acute ischemic stroke: a multicenter retrospective study

T.R. Vil'danov^{1, 2✉}, V.V. Plechev¹, L.G. Chudnovets³, A.I. Korepanova⁴, M.S. Zagidulina³, D.V. Plecheva¹, M.A. Bessmertnykh⁵, R.R. Sayfullin²

¹ Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation

² City Clinical Hospital No. 21, Ufa, Russian Federation

³ Clinical Emergency Hospital, Ufa, Russian Federation

⁴ Leningrad Regional Clinical Hospital, St. Petersburg, Russian Federation

⁵ Surgut Clinical Traumatological Hospital, Surgut, Russian Federation

✉ Tagir R. Vil'danov, Postgraduate, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-4822-9229, e-mail: vildanov.tag@yandex.ru

Vladimir V. Plechev, Dr. Med. Sci., Professor, Head of Department; orcid.org/0000-0002-6716-4048

Lev G. Chudnovets, Cand. Med. Sci., Head of Department; orcid.org/0000-0003-2802-6694

Anna I. Korepanova, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-1419-2870

Maria S. Zagidulina, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0006-5823-0804

Dina V. Plecheva, Dr. Med. Sci., Professor; orcid.org/0009-0004-6617-5417

Maksim A. Bessmertnykh, Head of Department; orcid.org/0000-0002-6311-1563

Rustam R. Sayfullin, Head of Department; orcid.org/0009-0009-1265-7265

Abstract

Introduction. To study risk factors and predictors of hemorrhagic transformation in patients with ischemic stroke after intravascular thrombectomy.

Material and methods. The collection of materials is carried out on the basis of the Clinical Emergency Hospital of the city of Ufa in the period from 2017 to 2021 (168 patients), City Clinical Hospital No. 21 of the city of Ufa in the period from 2022 to 2023 (39 patients), Surgut Clinical Traumatological Hospital for 6 months of 2022 (29 patients). Patients were divided into three groups: with the development of symptomatic hemorrhagic transformation (sHT) (n=57; 24.1%), asymptomatic hemorrhagic transformation (aHT) (n=32; 13.6%) and a group without hemorrhagic transformation (n=147; 62.3%).

Results. Patients with sHT had a higher NIHSS score at baseline than those in the and aHT groups: 15±5.5 versus 13 ± 5.8 and 13.5 ± 4.9, respectively (p < 0.05). The average values of immediate ischemic changes on the ASPECTS scale were lower in the sHT group – 8.3±1.2 versus 9.0±1.2 in the group non-HT (p=0.001) and 8.9±1.1 in the aHT group (p=0.01). In patients with sHT, type 2 diabetes mellitus was significantly more common than in the groups without non-HT and aHT: in the group with sHT – 43.9% (n=25) versus 28.6% (n=42) and 15.6% (n=5) (p < 0.05). The blood glucose level on admission in the sHT group was 8.2±2.3 mmol/l versus 6.3±3.1 mmol/l in the group without non-HT and 6.7±1.6 mmol/l in the group with aHT (p<0.05). The incidence of acute cerebrovascular accident or transient ischemic attack (TIA) in history was higher in the sHT group – 31.6% (n=18) versus 20.4% (n=30) in the group without non-HT and 15.6% (n=5) in the aHT group.

Conclusion. Older age, a high NIHSS score, a low ASPECTS score, the presence of stroke or TIA, a history of diabetes and hyperglycemia on admission, and the number of attempts at intravascular thrombectomy are predictors of the development of symptomatic hemorrhagic transformation.

Keywords: hemorrhagic transformation, acute ischemic stroke, risk factors for hemorrhagic transformation, predictors of hemorrhagic transformation

For citation: Vil'danov T.R., Plechev V.V., Chudnovets L.G., Korepanova A.I., Zagidulina M.S., Plecheva D.V., Bessmertnykh M.A., Sayfullin R.R. Analysis of predictors and risk factors of early hemorrhagic transformation after intravascular thrombectomy in patients with acute ischemic stroke: a multicenter retrospective study. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (1): 71–79 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-71-79

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

Received January 26, 2024
Accepted February 16, 2024

Введение

Острый ишемический инсульт (ОИИ) занимает второе место в России и мире по смертности, и первое по инвалидизации населения [1]. Реперфузионная терапия, включая системную тромболитическую терапию (СТЛТ) и внутрисосудистую тромбэктомия (ВСТЭ), может значительно улучшить результаты лечения пациентов, но существуют риски осложнений, наиболее значимым из которых является геморрагическая трансформация (ГТ) [2].

Острая церебральная ишемия приводит к повышению проницаемости сосудистой стенки и экстравазации крови в паренхиму головного мозга [3]. Двумя основными патогенетическими механизмами служат окислительный стресс и реперфузионное повреждение, которые вызывают повреждение кровеносных сосудов посредством воспаления, лейкоцитарной инфильтрации, активации сосудов и внеклеточного протеолиза [3]. Последствиями являются разрушение базальной мембраны и эндотелиальных соединений. Было показано, что среди задействованных молекулярных процессов металлопротеиназа-9 (ММП-9) играет важную роль в разрушении коллагена IV типа базальной мембраны [4]. Разрушение базальной мембраны приводит к выходу макромолекул в интерстициальную жидкость в центральной нервной системе. В отличие от цитотоксического отека, возникающий ионный градиент вызывает интерстициальный отек, известный как «вазогенный отек» [5]. Вазогенный отек может привести к поражению прилегающих тканей и, как следствие, вызвать злокачественный инфаркт, приводящий к фатальным последствиям и высокому риску развития ГТ.

Геморрагическая трансформация может вызвать нарастание неврологического дефицита и повлиять на долгосрочные результаты [6]. Согласно Гейдельбергским критериям и классификации Европейского совместного исследования острого инсульта, ГТ может быть классифицирована как асимптомное или симптомное внутрисосудистое кровоизлияние [7]. Симптомная геморрагическая трансформация (сГТ) оказывает негативное влияние на длительность госпитализации, клинический исход, госпитальную летальность [8, 9].

Частота ГТ после реперфузионной терапии в 10 раз выше по сравнению со спонтанной

реканализацией артерии [10]. Также большое значение приобретают такие факторы, как возраст [11], выраженность неврологического дефицита по шкале инсульта Национального института здоровья (National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS)), ранние изменения на нативной компьютерной томографии (КТ) (Alberta Stroke Program Early CT Score – ASPECTS) [10], прием антиагрегантной терапии и сопутствующие заболевания – фибрилляция предсердий [12] и сахарный диабет [13].

Возможность прогнозирования ГТ после реперфузионной терапии имеет большой потенциал для принятия клинических решений и минимизации возможных рисков развития геморрагической трансформации. Кроме того, знание этих изменяемых и неизменяемых факторов риска, а также оценка предикторов имеет решающее значение для улучшения клинических результатов и качества жизни пациентов.

Цель исследования – изучить факторы риска и предикторы возникновения геморрагической трансформации у пациентов с ишемическим инсультом после проведения внутрисосудистой тромбэктомии.

Материал и методы

В основу работы положен многоцентровой ретроспективный анализ клинических, лабораторных, инструментальных показателей пациентов после проведения внутрисосудистой тромбэктомии при остром нарушении мозгового кровообращения (ОНМК) головного мозга по ишемическому типу. Сбор материала проводился из бумажных историй болезни и электронных платформ для хранения данных (РИАМС «ПроМед», IBIS) на базе Клинической больницы скорой медицинской помощи Уфы в период с 2017 по 2021 г. (168 пациентов), Городской клинической больницы № 21 Уфы за 2022–2023 гг. (39 пациентов), Сургутской клинической травматологической больницы за 6 мес 2022 г. (29 пациентов). Включенные клиники были равнозначны по уровню квалификации специалистов, лабораторно-инструментального, хирургического оснащения. Исследование было проведено с учетом положений Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека», а также в соответствии с регламен-

тами локальных этических комитетов клиник, участвующих в исследовании.

Критерии включения: пациенты с острым ишемическим инсультом в период «терапевтического окна», подходящие под критерии проведения внутрисосудистой тромбэктомии согласно клиническим рекомендациям.

Критерии исключения: геморрагический инсульт и опухоль головного мозга согласно исходным данным нативной КТ и подозрение на расслоение аорты согласно данным КТ-ангиографии при поступлении; развитие геморрагической трансформации более чем через 24 ч после проведения внутрисосудистой тромбэктомии; неудовлетворительно заполненная медицинская документация; отказ пациента или их родственников от участия в исследовании (отказ от обработки персональных данных).

При поступлении пациента в стационар с диагнозом острого ишемического инсульта дежурным неврологом проводился неврологический осмотр, необходимый объем клинико-лабораторных и инструментальных исследований в условиях приемного отделения. Для оценки неврологического статуса пациентов использовалась шкала инсульта Национального института здоровья (NIHSS). Согласно клиническим рекомендациям всем пациентам с ОИИ проводилась мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) для исключения геморрагического компонента и определения ранних изменений головного мозга по шкале ASPECTS. В зависимости от результатов нативной МСКТ и от предполагаемого времени начала неврологических нарушений принимали решение о проведении МСКТ-ангиографии/перфузии головного мозга и системной тромболитической терапии. Решение о проведении СТЛТ и ВСТЭ принималось в кабинете МСКТ с участием дежурного невролога, рентгенэндоваскулярного хирурга, анестезиолога-реаниматолога. При условии давности развития ишемического инсульта до 4,5 ч и отсутствии противопоказаний

СТЛТ начиналась в кабинете МСКТ и далее пациента транспортировали в рентгенооперационную для выполнения ВСТЭ.

Церебральная ангиография с дальнейшей внутрисосудистой тромбэктомией проводилась в условиях рентгенооперационной на ангиографических установках GE Inniva 3100 (General Electric, США), Toshiba Infinix VF-I (Toshiba, Япония), Siemens Artiszeefloor (Siemens, Германия), Philips Azurion (Philips, США). Перед проведением ВСТЭ оценивали исходный уровень кровотока головного мозга по модифицированной шкале Thrombolysis in cerebral infarction (mTICI) и коллатерального кровотока по шкале American Society of Interventional and Therapeutic Neuroradiology collateral grading (ACG). У большинства пациентов исходный кровоток соответствовал mTICI 0. Состояние коллатерального кровотока до проведения ВСТЭ было хуже при симптомной ГТ: $0,3 \pm 0,5$ против $0,9 \pm 0,7$ в группе без ГТ ($p=0,001$) и $1,1 \pm 0,6$ при асимптомной ГТ ($p=0,001$) (табл. 1).

Выбор доступа для проведения ВСТЭ осуществлялся с предварительным анализом анатомии по результату МСКТ-ангиографии, преимущественно использовался трансфеморальный доступ – у 202 (85,6%) пациентов, у одного (0,4%) пациента был использован прямой каротидный доступ с применением ультразвуковой навигации. У 33 (14%) пациентов был трансбрахиальный доступ. Большая часть ВСТЭ проводилась под местной анестезией ($n=220$, 93,2%), у 16 (6,8%) пациентов был использован эндотрахеальный наркоз в связи с выраженным неврологическим дефицитом и психомоторным возбуждением. В 57% ($n=135$) случаев использовался баллонный гайд-катетер.

Для оценки формирования ишемических изменений и исключения геморрагических осложнений не позднее 24 ч после внутрисосудистой тромбэктомии проводили МСКТ головного мозга. По результатам контрольной компьютерной томографии пациенты были

Таблица 1

Данные ангиографического исследования пациентов до проведения ВСТЭ

Показатель	Группа без ГТ (n=147)	Группа аГТ (n=32)	Группа сГТ (n=57)
mTICI до ВСТЭ, $M \pm m$, баллы	$0,04 \pm 0,2$	0	$0,1 \pm 0,3$
ACG, $M \pm m$, баллы	$0,9 \pm 0,7$	$1,1 \pm 0,6$	$0,3 \pm 0,5^*$

* $p < 0,05$.

разделены на три группы: с развитием симптомной геморрагической трансформации (сГТ) (n=57; 24,1%), асимптомной геморрагической трансформации (аГТ) (n=32; 13,6%) и группу без геморрагической трансформации (n=147; 62,3%). Было выявлено достоверное различие по возрасту между группами: пациенты в группе сГТ были в среднем старше, чем в группах без ГТ и аГТ: 70,4 года против 66,2 и 64,9 года соответственно (p=0,027; p=0,049). В группе с асимптомной ГТ достоверно было больше пациентов мужского пола (p=0,032). Оценка клинического исхода при выписке из стационара проводилась при помощи шкалы Рэнкин.

Статистическую обработку материала проводили с использованием пакета IBM SPSS Statistics 26. Использовали параметрические методы статистики с вычислением среднего значения (M) ± стандартного отклонения (SD). Выборки сравнивались с учетом критерия Манна–Уитни, Хи-квадрат для независимых выборок. Критерием статистической достоверности выводов считалась общепринятая в медицине величина p < 0,05.

Результаты

У пациентов с симптомной геморрагической трансформацией исходно был более высокий балл неврологического дефицита, оцениваемого по шкале NIHSS, чем в группе без ГТ: 15,0 ± 5,5 против 13,0 ± 5,8 (p=0,034). Средние значения ранних ишемических изменений по шкале ASPECTS были ниже в группе сГТ: 8,3 ± 1,2 против 9,0 ± 1,2 в группе без ГТ (p=0,001) и 8,9 ± 1,1 в группе аГТ (p < 0,015).

В ходе проведения сбора анамнеза при поступлении в группу с развитием симптомной геморрагической трансформации достоверно чаще встречались пациенты с предшествующим сахарным диабетом 2-го типа, чем в группах без ГТ и аГТ: в группе с сГТ – 43,9% (n=25) против 28,6% (n=42) и 15,6% (n=5) соответственно (p=0,021). Уровень глюкозы в крови при поступлении в группу сГТ составил 8,2 ± 2,3 ммоль/л против 6,3 ± 3,1 ммоль/л в группе без ГТ (p=0,012) и 6,7 ± 1,6 ммоль/л в группе с аГТ (p=0,009). По другим лабораторным показателям – уровням креатинина, альбумина, гемоглобина, активированному частичному тромбопластиновому времени (АЧТВ), международному нормализованному отношению (МНО), уровня фибриногена и тромбоцитов достоверных различий между группами выявлено не было. Частота встречаемости ОИИ или ТИА в анамнезе была выше в группе сГТ: 31,6% (n=18) против 20,4% (n=30) в группе без ГТ (p=0,041) и 15,6% (n=5) в группе с аГТ (p=0,032). Достоверных различий по наличию гипертонической болезни, постинфарктного кардиосклероза, хронической болезни почек, постоянной формы фибрилляции предсердий не отмечено.

Кроме ВСТЭ пациентам была проведена тромболитическая терапия: в группе сГТ у 19,3% (n=11), в группе без ГТ у 23,1% (n=34), в группе с аГТ у 40,6% (n=13). Частота СТЛТ в группе аГТ была достоверно выше, чем в двух других группах (p=0,009). В группе сГТ в течение стационарного лечения 6 (10,5%) пациентов получали антикоагулянты, 14 (24,6%) – антиагреганты (в том

Таблица 2

Характеристика пациентов, перенесших ВСТЭ

Показатель	Группа без ГТ (n=147)	Группа аГТ (n=32)	Группа сГТ (n=57)
Средний возраст, M±SD, лет	66,2±10,4	64,9±12,4	70,4±9,6*
Пациенты мужского/женского пола, n (%)	86 (58,5)/61 (41,5)	23 (71,9)*/9 (28,1)	31 (54,4)/26 (45,6)
NIHSS, M±SD, баллы	13,0±5,8	13,5±4,9	15±5,5*
Сопутствующие заболевания, n (%):			
фибрилляция предсердий	60 (40,8)	13 (40,6)	31 (54,4)
сахарный диабет 2-го типа	42 (28,6)	5 (15,6)	25 (43,9)*
гипертоническая болезнь	142 (96,6)	32 (100)	57 (100)
постинфарктный кардиосклероз	45 (30,6)	8 (25)	16 (28,1)
хроническая болезнь почек	46 (31,3)	9 (28,1)	21 (36,8)

Показатель	Группа без ГТ (n=147)	Группа аГТ (n=32)	Группа сГТ (n=57)
ОНМК и/или ТИА в анамнезе	30 (20,4)	5 (15,6)	18 (31,6)*
Клинико-лабораторные показатели при поступлении:			
креатинин, М±SD, мкмоль/л	85,5±25,5	85,3±25,5	88,1±29,3
уровень глюкозы, М±SD, ммоль/л	6,3±3,1	6,7±1,6	8,2±2,3*
альбумин, М±SD, г/л	37,2±4,9	37,2±4,9	37,3±5,1
тромбоциты, М±SD, ×10 ⁹ /л	218,3±74,9	218,3±74,9	212,4±73,5
гемоглобин, М±SD, г/л	131,7±24,2	131,7±24,2	130±20,1
АЧТВ, М±SD, с	29,7±11,1	29,8±11,1	28,3±4,2
МНО, М±SD	1,1±0,3	1,1±0,3	1,1±0,2
фибриноген, М±SD, г/л	3,8±1,6	3,8±1,6	3,8±1,5
гиперлипидемия, n (%)	58 (39,5)	11 (34,4)	36 (63,2)
ASPECTS, М±SD, баллы	9,0±1,2	8,9±1,1	8,3±1,2*
Гипертензивная артерия, n (%)	55 (37,4)	11 (34,4)	16 (28,1)
Прием препаратов на момент поступления, %:			
антиагреганты (в том числе ДААТ)	17 (11,6)	4 (12,5)	6 (10,5)
антикоагулянты	20 (13,6)	3 (9,4)	7 (12,3)
СТЛТ	34 (23,1)	13 (40,6)*	11 (19,3)
Прием препаратов в стационаре, %:			
антиагреганты (в том числе ДААТ)	23 (15,6)	3 (9,4)	6 (10,5)
антикоагулянты	81 (55,1)*	21 (65,6)*	14 (24,6)

* p < 0,05.

числе ДААТ), статистических различий не выявлено.

Статистически значимых различий по развитию геморрагической трансформации в зависимости от выбора метода ВСТЭ и использования баллонного гайд-катетера не отмечено (p > 0,05). Общее количество попыток во время проведения ВСТЭ в группе сГТ было значимо больше, чем в группах без ГТ и аГТ: 3,4 против 1,9 и 2,1 соответственно (p=0,034).

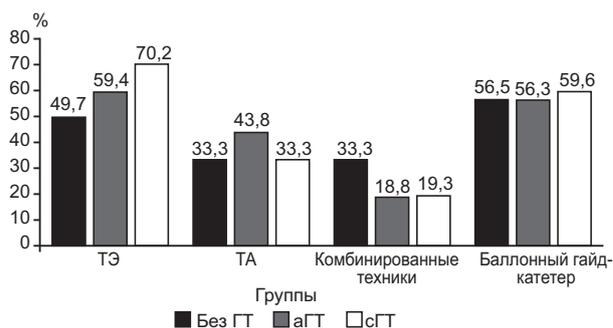


Рис. 1. Выбор метода ВСТЭ

ТЭ – тромбоземболизмом, выполненная при помощи стент-ретривера; ТА – тромбоземболизмом, выполненная при помощи аспирации

Распределение пациентов в зависимости от выбора метода ВСТЭ и количества попыток представлено на рисунках 1, 2.

Показатели госпитальной летальности достоверно хуже были в группе пациентов с сГТ (рис. 3), чем в группах без ГТ и аГТ: 68,4% (n=39) против 15,6% (n=23) в группе без ГТ (p=0,001), 21,8% (n=7) в группе с аГТ (p=0,001). Между группами без ГТ и аГТ не было достоверных отличий. Достоверно лучшие результаты восстановления утраченных функций были в группе без ГТ, чем в группе аГТ: 47% (n=69) против 37,6%

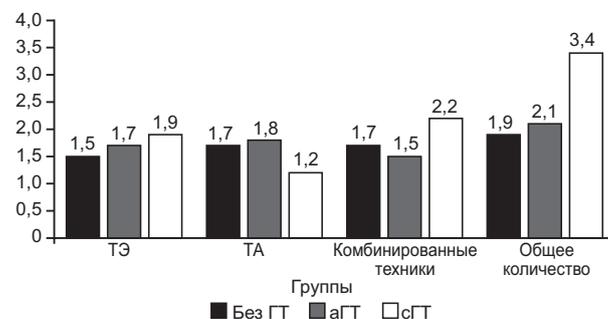


Рис. 2. Среднее количество попыток ВСТЭ

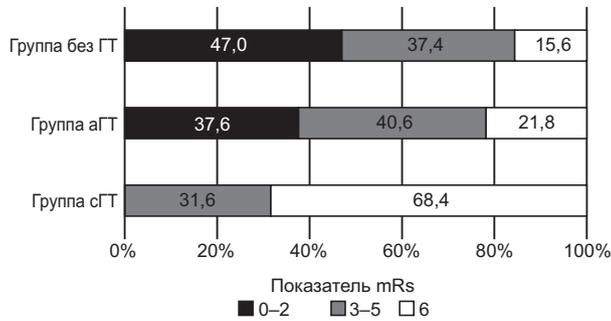


Рис. 3. Клинические исходы лечения пациентов с ОИИ по шкале mRs после тромбэктомии на момент окончания острого периода

($n=12$) ($p=0,03$). В группе с симптомной геморрагической трансформацией таких пациентов не было.

Обсуждение

В условиях роста заболеваемости и смертности от инсульта, развития новых технологий нейровизуализации, эндоваскулярных методов ревааскуляризации остается актуальным поиск достоверных предикторов развития геморрагической трансформации для принятия клинических решений и минимизации возможных рисков.

В данной статье продемонстрирована значимость показателей возраста, значений NIHSS, ASPECTS, наличия в анамнезе ОНМК/ТИА, СД, количества попыток при проведении ВСТЭ в развитии симптомной геморрагической трансформации.

Многие исследования подтверждают, что более низкие значения APSECTS и высокие значения NIHSS независимо являются предикторами развития симптомной геморрагической трансформации после ВСТЭ [10]. Так, X. Zhang et al. в своем исследовании (629 пациентов) получили средний балл ASPECTS в группе сГТ 8 против 9 в группе без развития сГТ ($p=0,001$), средний балл NIHSS составил 18 в группе сГТ против 16 в группе без сГТ ($p=0,002$) [2]. Остаются вопросы по использованию шкалы rs-ASPECTS для прогнозирования ГТ в связи с малочисленными исследованиями и редким использованием этой шкалы в клинической практике. Низкий показатель ASPECTS и высокий показатель NIHSS указывают на наличие отека головного мозга, возникающего в результате длительной гипоперфузии, тяжесть заболевания, предполагаемую площадь пораженной мозговой ткани [5, 10].

Гипергликемия может нарушить клеточный метаболизм, подавлять синтез нейротропных белков, вызывает местный воспалительный ответ, что может нарушить целостность гематоэнцефалического барьера и повысить проницаемость, что может приводить к развитию ГТ [14]. Анализ реестра MR CLEAN (2908 пациентов после проведения ВСТЭ) подтвердил наши результаты, свидетельствующие о влиянии гипергликемии при поступлении на риск возникновения сГТ: 9% пациентов с гипергликемией против 5% в группе без гипергликемии [14].

Наличие достоверных различий в анамнезе ОНМК или ТИА может указывать на возможную исходную эндотелиальную дисфункцию в связи с наличием хронического поражения церебральной микроциркуляции.

Частота встречаемости постоянной формы фибрилляции предсердий и признака гипертензивной артерии в группах статистически не отличалась. Однако результаты некоторых авторов указывают на то, что наличие фибрилляции предсердий в анамнезе и гипертензивная артерия являются предикторами развития как асимптомной, так и симптомной геморрагической трансформации после ВСТЭ [15, 16].

В нашем исследовании в группе с развитием сГТ количество попыток ВСТЭ достоверно было больше, чем в группах без ГТ и аГТ. Считается, что многократные попытки повреждают артериальную интиму, вызывая микроперфорацию во время раскрытия/проведения тракции устройства [16, 17].

Несмотря на отсутствие достоверных различий в госпитальной летальности в группах без ГТ и аГТ, у пациентов с асимптомной геморрагической трансформацией клинический исход был хуже, чем у пациентов без геморрагической трансформации, что подтверждается проведенным G. Tang et al. метаанализом, который включил 10 915 пациентов [18].

Заключение

Симптомная геморрагическая трансформация является одним из самых значимых осложнений реперфузионной терапии у пациентов с острым ишемическим инсультом. Пожилой возраст, высокий балл неврологического дефицита, оцениваемый по шкале NIHSS, наличие ранних признаков инфаркта при поступлении согласно результатам нативной МСКТ по шкале ASPECTS, наличие

ОНМК или ТИА, СД в анамнезе и гипергликемия при поступлении, количество попыток при внутрисосудистой тромбэктомии являются предикторами развития симптомной геморрагической трансформации, что негативно влияет на клинический исход заболевания.

Благодарности. Коллектив авторов выражает благодарность главному врачу ГБУЗ РБ «Клиническая больница скорой медицинской помощи», доктору медицинских наук И.М. Карамовой и заведующей нейрососудистым отделением ГБУЗ РБ «Клиническая больница скорой медицинской помощи», кандидату медицинских наук Э.М. Колчиной за помощь в подготовке публикации.

Литература/References

1. Powers W.J., Rabinstein A.A., Ackerson T., Adeoye O.M., Bambakidis N.C., Becker K. et al. Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke: 2019 Update to the 2018 Guidelines for the Early Management of Acute Ischemic Stroke: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *J. Stroke*. 2019; 50 (12): 344–418. DOI: 10.1161/STR.0000000000000211
2. Zhang X., Xie Y., Wang H., Yang D., Jiang T., Yuan K. et al. Symptomatic intracranial hemorrhage after mechanical thrombectomy in chinese ischemic stroke patients: The ASIAN Score. *J. Stroke*. 2020; 51 (9): 2690–2696. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.030173
3. Bernardo-Castro S., Sousa J.A., Brás A., Cecilia C., Rodrigues B., Almendra L. et al. Pathophysiology of blood-brain barrier permeability throughout the different stages of ischemic stroke and its implication on hemorrhagic transformation and recovery. *J. Front. Neurol*. 2020; 11: 594672. DOI: 10.3389/fneur.2020.594672
4. Kovács K.B., Bencs V., Hudák L., Oláh L., Csiba L. Hemorrhagic transformation of ischemic strokes. *Int. J. Molecular Sci*. 2023; 24 (18): 14067. DOI: 10.3390/ijms241814067
5. Freire M.A.M., Rocha G.S., Bittencourt L.O., Falcao D., Lima R.R., Cavalcanti J.R.L.P. Cellular and molecular pathophysiology of traumatic brain injury: What have we learned so far? *J. Biology (Basel)*. 2023; 12 (8): 1139. DOI: 10.3390/biology12081139
6. Van Kranendonk K.R., Treurniet K.M., Boers A.M.M., Berkhemer O.A., van den Berg L.A., Chalos V. et al. MR CLEAN investigators. Hemorrhagic transformation is associated with poor functional outcome in patients with acute ischemic stroke due to a large vessel occlusion. *J. Neurointerv. Surg*. 2019; 11 (5): 464–468. DOI: 10.1136/neurintsurg-2018-014141
7. Von Kummer R., Broderick J.P., Campbell B.C., Demchuk A., Goyal M., Hill M.D. et al. The Heidelberg Bleeding Classification: Classification of bleeding events after ischemic stroke and reperfusion therapy. *J. Stroke*. 2015; 46 (10): 2981–2986. DOI: 10.1161/STROKEAHA.115.010049
8. Вильданов Т.Р., Плечев В.В., Загидулина М.С., Чудновец Л.Г., Колчина Э.М., Карамова И.М. и др. Предикторы неблагоприятных клинических исходов эндоваскулярной тромбэктомии в остром периоде ишемического инсульта. *Креативная хирургия и онкология*. 2023; 13 (3): 203–209. DOI: 10.24060/2076-3093-2023-13-3-203-209
Vil'danov T.R., Plechev V.V., Zagidulina M.S., Chudnovets L.G., Kolchina E.M., Karamova I.M., et al. Predictors of unfavorable clinical outcomes of endovascular thrombectomy in the acute period of ischemic stroke. *Creative Surgery and Oncology*. 2023; 13 (3): 203–209 (in Russ.). DOI: 10.24060/2076-3093-2023-13-3-203-209
9. Савелло А.В., Вознюк И.А., Свистов Д.В., Бабичев К.Н., Кандыба Д.В., Шендеров С.В. и др. Ретроспективный анализ результатов внутрисосудистой тромбоэмбоэктомии в каротидном бассейне за пределами 6-часового «терапевтического окна» в региональных сосудистых центрах Санкт-Петербурга. *Журнал неврологии и психиатрии имени С.С. Корсакова*. 2020; 120 (7): 50–55. DOI: 10.17116/jnevro202012007150
Savello A.V., Voznyuk I.A., Svistov D.V., Babichev K.N., Kandyba D.V., Shenderov S.V. et al. Retrospective analysis of the results of intravascular thromboembolectomy in the carotid region outside the 6-hour “therapeutic window” in regional vascular centers of Saint-Petersburg. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2020; 120 (7): 50–55 (in Russ.). DOI: 10.17116/jnevro202012007150
10. Sun J., Lam C., Christie L., Blair C., Li X., Werdiger F. et al. Risk factors of hemorrhagic transformation in acute ischaemic stroke: A systematic review and meta-analysis. *J. Front. Neurol*. 2023; 14: 1079205. DOI: 10.3389/fneur.2023.1079205
11. Pande S.D., Win M.M., Khine A.A., Zaw E.M., Manoharraj N., Lolong L. et al. Haemorrhagic transformation following ischaemic stroke: A retrospective study. *Sci. Rep. J*. 2020; 10 (1): 5319. DOI: 10.1038/s41598-020-62230-5
12. Honig A., Percy J., Sepehry A.A., Gomez A.G., Field T.S., Benavente O.R. Hemorrhagic transformation in acute ischemic stroke: A quantitative systematic review. *J. Clin. Med*. 2022; 11 (5): 1162. DOI: 10.3390/jcm11051162
13. Chen R., Ovbiagele B., Feng W. Diabetes and stroke: Epidemiology, pathophysiology, pharmaceuticals and outcomes. *Am. J. Med. Sci*. 2016; 351 (4): 380–386. DOI: 10.1016/j.amjms.2016.01.011
14. Rinkel L.A., Nguyen T.T.M., Guglielmi V., Groot A.E., Posthuma L., Roos Y.B.W.E.M. et al. Multicenter Randomized Clinical trial of Endovascular treatment of Acute Ischemic Stroke in the Netherlands (MR CLEAN) Registry Investigators. High admission glucose is associated with poor outcome after endovascular

- treatment for ischemic stroke. *J. Stroke*. 2020; 51 (11): 3215–3223. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.029944
15. Patel J., Bhaskar S.M.M. Atrial fibrillation and reperfusion therapy in acute ischaemic stroke patients: Prevalence and outcomes – a comprehensive systematic review and meta-analysis. *J. Neurol Int*. 2023; 15 (3): 1014–1043. DOI: 10.3390/neurolint15030065
 16. Nogueira R.G., Gupta R., Jovin T.G., Levy E.I., Liebeskind D.S., Zaidat O.O. et al. Predictors and clinical relevance of hemorrhagic transformation after endovascular therapy for anterior circulation large vessel occlusion strokes: a multicenter retrospective analysis of 1122 patients. *J. Neurointerv. Surg*. 2015; 7 (1): 16–21. DOI: 10.1136/neurintsurg-2013-010743
 17. Constant D, Beaufils P., Preterre C., De Gaalon S., Labreuche J., Mazighi M., Di Maria F. et al. Endovascular Treatment in Ischemic Stroke (ETIS) Research Investigators. Prognosis and risk factors associated with asymptomatic intracranial hemorrhage after endovascular treatment of large vessel occlusion stroke: a prospective multicenter cohort study. *Eur. J. Neurol*. 2021; 28 (1): 229–237. DOI: 10.1111/ene.14539
 18. Tang G., Cao Z., Luo Y., Wu S., Sun X.. Prognosis associated with asymptomatic intracranial hemorrhage after acute ischemic stroke: a systematic review and meta-analysis. *J. Neurol*. 2022; 269 (7): 3470–3481. DOI: 10.1007/s00415-022-11046-6

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.61-089.819.5

Эндоваскулярный метод лечения опухолевого поражения почек при сопутствующей инвазии окружающих анатомических структур

Р.П. Ягунов^{1,2✉}, Н.В. Коваленко¹, П.В. Мозговой¹, Е.Г. Спиридонов¹, Г.Г. Арутюнов¹, А.В. Китаева¹, Д.Е. Горбунов¹, И.В. Михин¹

¹ ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России, Волгоград, Российская Федерация

² ГБУЗ «Волгоградский областной клинический онкологический диспансер», Волгоград, Российская Федерация

✉ Ягунов Роберт Павлович, соискатель, заведующий отделением рентгенохирургии; orcid.org/0000-0003-3512-4372, e-mail: robertxxx@mail.ru

Коваленко Надежда Витальевна, канд. мед. наук, заведующий кафедрой онкологии, гематологии и трансплантологии; orcid.org/0000-0002-0759-0889

Мозговой Павел Вячеславович, д-р мед. наук, профессор кафедры факультетской хирургии; orcid.org/0000-0003-4944-1395

Спиридонов Евгений Геннадьевич, канд. мед. наук, доцент кафедры факультетской хирургии; orcid.org/0000-0002-7955-1002

Арутюнов Гагик Гарибович, канд. мед. наук, доцент кафедры факультетской хирургии; orcid.org/0009-0003-9245-907X

Китаева Анастасия Владимировна, ассистент кафедры факультетской хирургии; orcid.org/0000-0002-3707-173X

Горбунов Дмитрий Евгеньевич, студент; orcid.org/0009-0002-3050-5475

Михин Игорь Викторович, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой факультетской хирургии; orcid.org/0000-0002-0104-2822

Резюме

Цель работы: проспективная оценка результатов этапной эмболизации ренальных артерий с последующей видеоэндоскопической нефрэктомией при обширном опухолевом поражении почек с инвазией печени и других анатомических структур.

Материал и методы. В условиях Волгоградского областного клинического онкологического диспансера эндоваскулярные эмболизационные вмешательства на почечных артериях перед радикальной нефрэктомией выполнены 67 пациентам: 27 – с инвазией печени, 11 – с врастанием в печень и окружающие анатомические структуры, 29 – с поражением близлежащих тканей. При этом у 38 пациентов неопластический процесс локализовался в правой, у 29 – в левой почке. Рентгенохирургические интервенции и видеоэндоскопические нефрэктомии осуществляли последовательно в один операционный день. Системного химиотерапевтического лечения не проводили, поскольку для исследования отбирали пациентов с опухолевым поражением одной почки. На этапе радикального хирургического вмешательства интраоперационных кровотечений при манипуляциях с почкой не было. Проводили анализ причин возникших интраоперационных кровотечений при нефрэктомии, а также рецидивов либо прогрессирования онкологического процесса. В рамках контрольного обследования спустя 1, 3, 6 и 12 мес пациентам выполняли компьютерную томографию органов грудной клетки и брюшной полости, а также забрюшинного пространства с контрастным усилением.

Результаты. У всех пациентов как в раннем послеоперационном периоде, так и в последующие месяцы наблюдения по результатам контрольных обследований не определялось прогрессирования онкологического процесса. Помимо этого, на этапе выполнения эндоскопического хирургического вмешательства отмечены простота мобилизации органа, а также отсутствие сопутствующих интраоперационных кровотечений при видеоэндоскопических манипуляциях с почкой, поскольку отсутствовало ее артериальное кровенаполнение. В период проведения исследования не отмечено осложнений, характеризующихся интра- и послеоперационными кровотечениями, перфорациями и травматизацией окружающих органов и структур, тошнотой и рвотой (постэмболизационный синдром).

Заключение. Результаты проведенного нами анализа позволяют рекомендовать эндоваскулярные методики целевой ишемизации при неопластическом поражении почки с сопутствующей инвазией окружающих анатомических структур с позиции безопасности и эффективности клинического применения.

Ключевые слова: новообразование почки, рентгенэндоваскулярные методы лечения, трансартериальная эмболизация

Для цитирования: Ягунов Р.П., Коваленко Н.В., Мозговой П.В., Спиридонов Е.Г., Арутюнов Г.Г., Китаева А.В., Горбунов Д.Е., Михин И.В. Эндоваскулярный метод лечения опухолевого поражения почек при сопутствующей инвазии окружающих анатомических структур. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (1): 80–85. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-80-85

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 05.02.2024
Принята к печати 04.03.2024

Endovascular method of treatment of tumor lesions of the kidneys with concomitant invasion of the liver and other anatomical structures

R.P. Yagupov^{1,2✉}, N.V. Kovalenko¹, P.V. Mozgovoy¹, E.G. Spiridonov¹, G.G. Arutynov¹, A.V. Kitaeva¹, D.E. Gorbunov¹, I.V. Mikhin¹

¹ Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation

² Volgograd Regional Clinical Oncological Dispensary, Volgograd, Russian Federation

✉ Robert P. Yagupov, Applicant, Head of Department; orcid.org/0000-0003-3512-4372, e-mail: robertxxx@mail.ru

Nadezhda V. Kovalenko, Cand. Med. Sci., Chief of Chair; orcid.org/0000-0002-0759-0889

Pavel V. Mozgovoy, Dr. Med. Sci., Professor, Chief of Chair; orcid.org/0000-0003-4944-1395

Evgeniy G. Spiridonov, Cand. Med. Sci., Associate Professor of Chair; orcid.org/0000-0002-7955-1002

Gagik G. Arutynov, Cand. Med. Sci., Associate Professor of Chair; orcid.org/0009-0003-9245-907X

Anastasia V. Kitaeva, Assistant of Chair; orcid.org/0000-0002-3707-173X

Dmitriy E. Gorbunov, Student; orcid.org/0009-0002-3050-5475

Igor V. Mikhin, Dr. Med. Sci., Professor, Chief of Chair; orcid.org/0000-0002-0104-2822

Abstract

Objective: prospective evaluation of the results of stage-by-stage embolization of the renal arteries followed by video endoscopic nephrectomy with extensive tumor damage to the kidneys with invasion of the liver and other anatomical structures.

Material and methods. In the conditions of the Volgograd Regional Clinical Oncological Dispensary, 67 patients underwent endovascular embolization interventions on the renal arteries before radical nephrectomy: 27 – with liver invasion, 11 – with ingrowth into the liver and surrounding anatomical structures, 29 – with damage to nearby tissues. At the same time, in 38 patients, the neoplastic process was localized in the right kidney, in 29 – in the left kidney. X-ray surgical interventions and video endoscopic nephrectomies were performed sequentially on one operating day. Systemic chemotherapeutic treatment was not performed, since patients with a tumor lesion of one kidney were selected for the study. At the stage of radical surgical intervention, there were no intraoperative bleeding during manipulation with the kidney. The causes of intraoperative bleeding during nephrectomy, as well as relapses or progression of the oncological process were analyzed. As part of the control examination, after 1, 3, 6 and 12 months, patients underwent CT scans of the chest and abdominal organs, as well as retroperitoneal space with contrast enhancement.

Results. The progression of the oncological process was not determined in the entire study group of patients, both in the early postoperative period and in the following months of follow-up, according to the results of control examinations. In addition, at the stage of performing endoscopic surgery, the simplicity of organ mobilization was noted, as well as the absence of concomitant intraoperative bleeding during endoscopic manipulations with the kidney, since there was no arterial blood supply. During the study period, we did not notice any complications characterized by: intra- and postoperative bleeding, perforations and traumatization of surrounding organs and structures, nausea and vomiting (postembolization syndrome).

Conclusion. The results of our analysis allow us to recommend endovascular methods of targeted ischemization for neoplastic kidney damage and concomitant invasion of surrounding anatomical structures from the standpoint of safety and effectiveness of clinical use.

Keywords: kidney neoplasm, X-ray endovascular methods of treatment, transarterial embolization

For citation: Yagupov R.P., Kovalenko N.V., Mozgovoy P.V., Spiridonov E.G., Arutynov G.G., Kitaeva A.V., Gorbunov D.E., Mikhin I.V. Endovascular method of treatment of tumor lesions of the kidneys with concomitant invasion of the liver and other anatomical structures. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (1): 80–85 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-80-85

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

Received February 5, 2024

Accepted March 4, 2024

Введение

Злокачественное новообразование (ЗНО) почки – одно из распространенных опухолей мочевыделительной системы с частотой встречаемости 3% от всех случаев ЗНО у взрос-

лых. Почечно-клеточный рак (ПКР) – третья по распространенности неоплазия мочевыделительной системы. Данная опухоль возникает из канальцевого эпителия, на долю которого приходится 80–90% ЗНО почек. Светлоклеточный почечно-клеточный рак

является наиболее распространенным патологическим типом (80%), за которым следует папиллярно-почечно-клеточный (10–15%) и хромофобно-клеточный (5%). При раннем ПКР без метастазирования хирургическая резекция первичной опухоли по-прежнему выступала наиболее эффективным методом лечения, однако примерно у 30% пациентов с ПКР уже имеются отдаленные метастазы при выявлении онкологического заболевания. Между тем у 20–40% пациентов с локализованным ПКР после операции развиваются отдаленные метастазы. Биологическое поведение ПКР также сложно и разнообразно, а влияние на венозную систему организма считается одним из его уникальных биологических проявлений. Частота венозных опухолевых тромбозов составляет 5–15% случаев, причем наиболее распространенным является почечный венозный опухолевый тромб, на долю которого приходится 60–78% всех случаев [1].

Безопасность и эффективность трансартериальной эмболизации (ТАЭ) микросферами, в том числе с лекарственным покрытием при нерезектабельном ЗНО почки, доказана многими авторами [2]. Еще с 1970 г. для курации почечного кровотечения используется ТАЭ ренальных артерий. С созданием современных интервенционных устройств и эмболизационных материалов ТАЭ совершенствовалась. Чтобы свести к минимуму нарушение функции почек, широко применяется суперселективная эмболизация почечных артерий [3]. Поздняя диагностика вышеуказанной онкопатологии является серьезной проблемой, поскольку более чем в половине случаев заболевание протекает бессимптомно и обнаруживается случайно с помощью ультразвуковой диагностики или компьютерной томографии. Симптоматическое течение заболевания отмечается, к сожалению, лишь на поздних стадиях и может проявляться макрогематурией, болевым синдромом, а также пальпируемым образованием в брюшной полости, что составляет классическую триаду почечно-клеточного рака. Если пациенту уже осуществлялось удаление одной почки, то ЗНО единственной оставшейся почки встречается довольно редко и представляет серьезную клиническую проблему для урологов.

Резекция почки, а также нефрэктомия, безусловно, считаются методом выбора при локализованном ЗНО почки. Современные

методики курации данного пула пациентов позволяют проводить органосохраняющие вмешательства, тем самым значительно снижая риск сердечно-сосудистых осложнений и, как следствие, летальности, связанной с развитием и прогрессированием почечной недостаточности. Хотя ТАЭ ренальных сосудов при лечении ПКР является обсуждаемой в научном сообществе интервенцией, ее осуществление имеет такие преимущества, как уменьшение интраоперационной кровопотери, деваскуляризация опухоли с возможностью удаления даже у ослабленных пациентов, сокращение времени вмешательства и купирование таких симптомов, как гематурия. ТАЭ позволяет проводить операцию с нулевым временем ишемии органа, что позволяет сохранить его функцию и избежать повышения показателя креатинина. Комбинированный подход с этапным выполнением ТАЭ и резекции либо нефрэктомии позволяет проводить лечение пациентов даже с одной функциональной почкой. Технические сложности возникают при локализации неоплазии в центральных отделах органа. Совершенствование интервенционных эндоваскулярных методик ведет к эволюции консервативных подходов в курации, что даст возможность уменьшения потребности в гемодиализе и трансплантации при сохранении хорошего качества жизни пациента [4].

Говоря о применении современных минитравматичных методик, следует отметить, что беременные пациентки с лимфангиолейомиоматозом и ангиомиолипомами почек нуждаются в специализированном медицинском подходе, поскольку вышеуказанные новообразования могут увеличиваться в размерах и разрываться во время беременности, потенциально вызывая геморрагический шок и гибель не только плода, но и матери. В данной ситуации существует возможность профилактической ТАЭ ренальных артерий с целью профилактики ранее отмеченных жизнеугрожающих осложнений. Данное аутосомно-доминантное заболевание характеризуется системным гамартоматозным поражением. У таких пациентов может определяться развитие ангиомиолипому почки, а именно новообразования, состоящего из жировой и гладкомышечной ткани, а также кровеносных сосудов, в которых часто формируются аневризматические расширения. Наибольшая частота встречаемости определяется у женщин в возрасте

от 40 до 50 лет. Кроме того, встречается двустороннее поражение, что значительно повышает риск руптуры сосудов новообразования. При беременности опухоль может увеличиться и, впоследствии, разорваться, что проявляется внутриопухолевым или забрюшинным кровотечением с геморрагическим шоком и гибелью плода. К современным методам превенции увеличения в размере и разрыва почечных новообразований относятся ТАЭ, а также резекция почки и нефрэктомия, радиочастотная абляция.

Из вышеприведенных подходов к курации данного пула пациентов ТАЭ является терапией первой линии при разрыве почечного новообразования и предпочтительной стратегией лечения симптоматических неоплазий или внутриопухолевых аневризм с высоким риском разрыва (то есть аневризмы диаметром 5 мм и более). По данным международных исследований, технический успех ТАЭ составляет 93,3% без каких-либо интрапроцедурных летальных исходов или фатальных осложнений. К возможным осложнениям относятся: нецелевая эмболизация (2,3%), респираторные осложнения (2,0%), образование абсцесса (1,6%), активное забрюшинное кровотечение (1,0%), аллергические реакции (0,6%), задержка мочи (0,6%), инфекция мочевыводящих путей (0,3%) и почечный спазм (0,3%). Считается, что проблема роста опухоли во время беременности связана с несколькими факторами, включая увеличение объема циркулирующей плазмы, сопровождающее беременность; давление со стороны матки; повышенное кровяное давление; индуцированную эстрогенами пролиферацию гладких мышц и положительную реакцию на гормональные рецепторы. В таком контексте возможно рассмотрение вопроса о превентивной ТАЭ, что, по-видимому, может быть очень эффективно для снижения всех последующих рисков. Следовательно, профилактическая ТАЭ может быть рекомендована при всех гиперваскулярных опухолях почек у женщин, планирующих беременность [5]. На степень уменьшения неоплазии влияет содержание интратуморального жира [6].

Возвращаясь к обсуждению актуальности и эффективности применения ТАЭ при ЗНО почки, следует отметить, что данное вмешательство может нивелировать такие симптомы ПКР, как боль и гематурия. В связи с этим

возможно рассмотрение ТАЭ и трансартериальной радиоэмболизации в качестве новых концепций для ПКР [7]. При эндоваскулярных вмешательствах следует учитывать возможность наличия аневризмы почечной артерии, что связано с ЗНО, а также с дистрофическими изменениями в стенке сосуда и может быть проявлением таких патологий, как атеросклероз, фиброзно-мышечная дисплазия, травмы и воспалительные процессы [8]. На фоне распространенного опухолевого процесса возможно выявление ложной аневризмы, которая характеризуется наличием полости, сообщаемой с артерией и отграниченной прилегающими анатомическими структурами [9]. При внутрисосудистом методе лечения аневризм с выполнением стентирования существует риск эндоподтекания [10].

Цель работы: проспективная оценка результатов этапной эмболизации ренальных артерий с последующей видеоэндоскопической нефрэктомией при обширном опухолевом поражении почек с инвазией печени и других анатомических структур.

Материал и методы

Мы располагаем опытом выполнения эндоваскулярных вмешательств на почечных артериях с целью их эмболизации перед радикальным удалением опухоли почки у 67 пациентов: у 27 – с инвазией печени, у 11 – с вращением в печень и окружающие анатомические структуры, у 29 – с поражением близлежащих тканей. При этом у 38 пациентов неопластический процесс локализовался в правой почке, у 29 – в левой. Клиническую оценку распространенности опухолевого процесса с определением локализации неоплазии в почечном сегменте и степени инвазии окружающих органов, а также других анатомических структур осуществляли посредством предварительного проведения магнитно-резонансной или компьютерной томографии с контрастным усилением. Кроме того, оценивали функциональные показатели почки при скинтиграфии и по результатам уровня креатинина крови. При необходимости выполняли промежуточные УЗИ почек, брюшной полости и забрюшинного пространства. Критериями для включения пациента в исследования были: ЗНО почки с вовлечением в процесс более одного из почечных сегментов, сопутствующая инвазия печени или других окружающих анатомиче-

ских структур, отсутствие опухолевого тромбоза, отсутствие выраженной почечной недостаточности (уровень креатинина не более 140 мкмоль/л), отсутствие метастатического поражения, ECOG 0-1 (шкала для оценки общего состояния онкологического больного). При выявленной почечной недостаточности проводили консервативное лечение с последующим контролем показателей крови, при их нормализации решали вопрос о включении пациента в исследование.

Рентгенэндоваскулярные интервенции и последующие видеоэндоскопические нефрэктомии осуществляли последовательно, в один операционный день. При этом временной промежуток между вышеуказанными вмешательствами составлял от 30 мин до 2 ч. В качестве премедикации на этапе эндоваскулярной интервенции использовался *Sol. Promedoli* внутримышечно, непосредственно перед транспортировкой пациента в операционную. При проведении интервенции осуществлялась инфузия с *Sol. Natrii Chloridi* 0,9% с сопутствующей спазмолитической терапией, что позволяло в сочетании с применением опиоидных анальгетиков значительно снизить постэмболизационный болевой синдром и обеспечить относительно комфортный для пациента перевод в операционную онкологического урологического отделения. Для введения внутрисосудистых инструментов в артериальное русло использовался трансфеморальный доступ через *a. femoralis dextra*, поскольку в таком случае за счет длины и жесткости ангиографического катетера Cobra 5 Fr (60 см) достигались легкость управления им и, соответственно, высокая скорость осуществления вмешательства (в среднем почти 3–5 мин от момента пункции бедренной артерии). В качестве эмболизирующего материала использовались ненасыщаемые микросферы 710–1000 нм, поскольку при их применении, в отличие от гемостатической губки, достигалась наиболее быстрая целевая ишемизация почки, а также исключалась обтурация ангиографического катетера эмболизирующим материалом. Внутрисосудистые спирали не применялись из-за риска перфорации стенки сосуда на фоне обширного опухолевого процесса. Высокая скорость выполнения вмешательства позволяла сократить время до осуществления общего наркоза при лапароскопической нефрэктомии и тем самым

уменьшить временной период, когда пациент должен был испытывать постэмболизационный болевой синдром. При анатомических особенностях отхождения ренальной артерии от аорты, выражающихся в технических сложностях катетеризации целевого сосуда, применялся гидрофильный проводник с последующим заведением диагностического катетера Cobra 5 Fr.

После завершения этапа специального хирургического лечения системной химиотерапии не проводилось ввиду отбора пациентов для исследования – только с локальным опухолевым поражением одной почки. Нами осуществлялся проспективный анализ возникновения интраоперационных кровотечений, оценивались простота и скорость мобилизации почки перед ее удалением, особенно при обширной инвазии окружающих анатомических структур. Перевод из операционной осуществлялся в палату отделения после нахождения пациента в комнате пробуждения в отделении анестезиологии и реанимации. Кроме того, производилась отсроченная оценка рецидива неоплазии в ложе удаленной почки либо прогрессирования онкологического процесса, связанного с метастазированием в лимфатические и другие анатомические структуры. При контрольных обследованиях спустя 1, 3, 6 и 12 мес пациентам выполнялась КТ органов грудной клетки и брюшной полости, а также забрюшинного пространства с контрастным усилением.

Результаты

Нами выполнены и проспективно проанализированы результаты 67 операций ТАЭ почечных артерий пациентам, у которых определялась опухолевая инвазия окружающих анатомических структур, однако не имелось каких-либо метастатических депозитов в других локализациях. У всей группы пациентов как в раннем послеоперационном периоде, так и в последующие месяцы наблюдения по результатам контрольных обследований не определялось прогрессирования онкологического процесса. Помимо этого, на этапе выполнения эндоскопического хирургического вмешательства отмечены простота мобилизации органа, а также отсутствие сопутствующих интраоперационных кровотечений при видеоэндоскопических манипуляциях с почкой, поскольку отсутствовало ее артериальное кровенаполнение.

Не требовалось длительного пребывания пациентов в отделении анестезиологии и реанимации, а было достаточно 1 ч в условиях комнаты пробуждения, где по результатам оценки показателей жизнедеятельности и сознания принимали решение о переводе в профильное отделение. В период проведения исследования не отмечено осложнений, характеризующихся интра- и постоперационными кровотечениями, перфорациями и травматизацией окружающих органов и структур, тошнотой и рвотой (постэмболизационный синдром).

Заключение

Проведенный нами проспективный анализ позволяет рекомендовать эндоваскулярные методики целевой ишемизации в формате этапного подхода в курации пациентов с неопластическим поражением почки при сопутствующей инвазии окружающих анатомических структур с позиции безопасности и эффективности клинического применения.

Литература/References

1. Haohao Lu, Qing Ye, Chuansheng Zheng, Li Fan, Xiangwen Xia. Efficacy and safety analysis of TACE + sunitinib vs. sunitinib in the treatment of unresectable advanced renal cell carcinoma: a retrospective study. *BMC Cancer*. 2023; 23 (1): 270. DOI: 10.1186/s12885-023-10754-0
2. Bi Y., Shi X., Ren J., Yi M., Han X. Transarterial chemoembolization of unresectable renal cell carcinoma with doxorubicin-loaded CalliSpheres drug-eluting beads. *Sci. Rep.* 2022; 12 (1): 8136. DOI: 10.1038/s41598-022-12334-x
3. Xiangjun Dong, Yanqiao Ren, Ping Han, Lei Chen, Tao Sun, Yangbo Su et al. Superselective renal artery embolization management of post-percutaneous nephrolithotomy hemorrhage and its methods. *Front. Surg.* 2020; 7: 582261. DOI: 10.3389/fsurg.2020.582261
4. Ghareeb A., Salameh B., Halaweh M., Al-Tawil M., Ali Nahas M. Endovascular management of RCC in one kidney patient: a case report study. *Ann. Med. Surg.* 2023; 85 (5): 2108–2111. DOI: 10.1097/MS9.0000000000000559
5. Toei H., Zhang X., Seyama K., Yashiro D., Kuwatsuru Y., Kuwatsuru R. Prophylactic renal artery embolization before pregnancy in patients with lymphangioliomyomatosis and renal angiomyolipoma. *J. Intern. Med. Res.* 2022; 50 (9): 3000605221123897. DOI: 10.1177/03000605221123897
6. Kato H., Kuwatsuru R., Inoue T., Okada S., Aida M., Yamashiro Y. Superselective transcatheter arterial embolization for large unruptured renal angiomyolipoma in lymphangioliomyomatosis. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2018; 29 (7): 958–965. DOI: 10.1016/j.jvir.2017.11.003
7. Gunn A.J., Patel A.R., Rais-Bahrami S. Role of angiobolization for renal cell carcinoma. *Curr. Urol. Rep.* 2018; 19 (10): 76. DOI: 10.1007/s11934-018-0827-7
8. Белов Ю.В., Комаров Р.Н., Чернявский С.В. Хирургическое лечение больной с аневризмой почечной артерии единственной почки. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2014; 1: 76–77. Belov Yu.V., Komarov R.N., Chernyavskii S.V. Surgical treatment of the patient with the renal artery aneurysm of the single kidney. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2014; 1: 76–77 (in Russ.).
9. Алякян Б.Г., Варава А.Б., Лусников В.П., Давыденко П.И., Чевина А.А., Гоев А.А. и др. Результаты рентгенэндоваскулярного лечения позднего артериального кровотечения после операций на поджелудочной железе. Опыт одного центра. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2022; 3: 5–15. DOI: 10.17116/hirurgia20220315 Alekyan B.G., Varava A.B., Lusnikov V.P., Davydenko P.I., Chevina A.A., Goev A.A. et al. Endovascular treatment of delayed arterial bleeding after pancreatic surgery: single-center experience. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2022; 3: 5–15 (in Russ.). DOI: 10.17116/hirurgia20220315
10. Власко Г.С., Кур-Ипа К.А., Чаргазия Ш.Г., Поляков Р.С., Пурецкий М.В., Марданян Г.В. и др. Результаты эндоваскулярного протезирования при неблагоприятной анатомии проксимальной шейки инфраренальной аневризмы аорты: систематический обзор и метаанализ. *Кардиологический вестник*. 2023; 18 (2): 6–18. DOI: 10.17116/Cardiobulletin2023180216 Vlasko G.S., Kur-Ipa K.A., Chargaziia Sh.G., Polyakov R.S., Puretsky M.V., Mardanyan G.V. et al. Endovascular aortic repair for unfavorable anatomy of proximal neck of infrarenal aortic aneurysm: a systematic review and meta-analysis. *Russian Cardiology Bulletin*. 2023; 18 (2): 6–18 (in Russ.). DOI: 10.17116/Cardiobulletin2023180216

Клинические наблюдения

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.137-007.64-089.819.5

Реверс-эндопротезирование в лечении аневризм внутренних подвздошных артерий*Г.С. Власко*¹✉, *М.В. Карук*², *Р.С. Поляков*^{1,2}, *М.В. Пурецкий*^{1,2}, *Г.В. Марданян*¹, *Д.А. Карамян*¹, *В.М. Сафонова*¹, *К.А. Кур-ипа*¹, *Ш.Г. Чаргазия*¹, *С.А. Абугов*^{1,2}¹ ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. академика Б.В. Петровского», Москва, Российская Федерация² ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Российская Федерация✉ **Власко Гордей Станиславович**, аспирант; orcid.org/0000-0001-8521-7126, e-mail: i@gordeyvlasko.ru**Карук Марина Валентиновна**, клинический ординатор; orcid.org/0000-0002-2292-6758**Поляков Роман Сергеевич**, д-р мед. наук, вед. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-9323-4003**Пурецкий Михаил Владимирович**, д-р мед. наук, профессор, гл. науч. сотр.;

orcid.org/0000-0003-4988-4102

Марданян Гайк Ваникович, канд. мед. наук, вед. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-7442-520X**Карамян Джульетта Арташесовна**, аспирант; orcid.org/0000-0001-7803-4698**Сафонова Вера Михайловна**, аспирант; orcid.org/0000-0003-4631-2408**Кур-ипа Киазим Асланович**, аспирант; orcid.org/0000-0002-2395-5999**Чаргазия Шота Георгиевич**, аспирант; orcid.org/0000-0002-8598-2933**Абугов Сергей Александрович**, д-р мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, заведующий отделением рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0001-7636-4044**Резюме**

Аневризма внутренней подвздошной артерии – жизнеугрожающее заболевание, требующее своевременного хирургического лечения. В сообщении представлены клинические случаи эндопротезирования общей и наружной подвздошных артерий стент-графтом, реверсивно развернутым на операционном столе хирургом и направленным в доставляющую систему с целью исключения из кровотока аневризм внутренних подвздошных артерий. Проанализированы варианты коррекции заболевания, обоснована эндоваскулярная стратегия. Удовлетворительные непосредственные результаты, продемонстрированные в клинических случаях, и данные, приведенные в литературе, позволяют предположить, что технология является эффективной и безопасной. Тем не менее необходимо исследовать отдаленные результаты, а также результаты лечения большего числа пациентов.

Ключевые слова: аневризма внутренней подвздошной артерии, эндопротезирование подвздошных артерий, эндопротезирование

Для цитирования: Власко Г.С., Карук М.В., Поляков Р.С., Пурецкий М.В., Марданян Г.В., Карамян Д.А., Сафонова В.М., Кур-ипа К.А., Чаргазия Ш.Г., Абугов С.А. Реверс-эндопротезирование в лечении аневризм внутренних подвздошных артерий. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (1): 86–93. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-86-93

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 27.01.2024
Принята к печати 28.02.2024

Reverse endoprosthesis in the treatment of internal iliac arteries aneurysms*G.S. Vlasko*¹✉, *M.V. Karuk*², *R.S. Polyakov*^{1,2}, *M.V. Puretskiy*^{1,2}, *G.V. Mardanyan*¹, *D.A. Karamyan*¹, *V.M. Safonova*¹, *K.A. Kur-ipa*¹, *Sh.G. Chargaziya*¹, *S.A. Abugov*^{1,2}¹ Russian Research Center of Surgery named after B.V. Petrovskiy, Moscow, Russian Federation² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russian Federation✉ **Gordey S. Vlasko**, Postgraduate; orcid.org/0000-0001-8521-7126, e-mail: i@gordeyvlasko.ru**Marina V. Karuk**, Clinical Resident; orcid.org/0000-0002-2292-6758**Roman S. Polyakov**, Dr. Med. Sci., Leading Researcher; orcid.org/0000-0002-9323-4003

Mikhail V. Puretskiy, Dr. Med. Sci., Professor, Chief Researcher; orcid.org/0000-0003-4988-4102
Gayk V. Mardanyan, Cand. Med. Sci., Leading Researcher; orcid.org/0000-0002-7442-520X
Dzhuletta A. Karamyan, Postgraduate; orcid.org/0000-0001-7803-4698
Vera M. Safonova, Postgraduate; orcid.org/0000-0003-4631-2408
Kiazim A. Kur-ipa, Postgraduate; orcid.org/0000-0002-2395-5999
Shota G. Chargaziya, Postgraduate; orcid.org/0000-0002-8598-2933
Sergey A. Abugov, Dr. Med. Sci., Professor, Corresponding Member of RAS, Head of Department; orcid.org/0000-0001-7636-4044

Abstract

Aneurysms of iliac artery is a life-threatening condition, that requires surgical treatment. This article represents clinical cases of common and external iliac artery endoprosthesis by reverse-filled stent-graft with exclusion of the internal iliac artery aneurysm. These stent-grafts were deployed from delivery system and reversibly filled in the delivery system. Different options of treatment of this disease are discussed in this article. Satisfactory immediate result, which are demonstrated in clinical cases and in literature allow us to suggest that technology is effective and safe. However, it is important to investigate long-term treatment results for more patients.

Keywords: aneurism of internal iliac artery, iliac artery endoprosthesis, endoprosthesis

For citation: Vlasko G.S., Karuk M.V., Polyakov R.S., Puretskiy M.V., Mardanyan G.V., Karamyan D.A., Safonova V.M., Kur-ipa K.A., Chargaziya Sh.G., Abugov S.A. Reverse endoprosthesis in the treatment of internal iliac arteries aneurysms. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (1): 86–93 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-86-93

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

Received January 27, 2024
 Accepted February 28, 2024

Введение

Изолированная аневризма внутренней подвздошной артерии (ВПА) – редкое заболевание с встречаемостью 0,3–0,5% от всех аневризм аортоподвздошного сегмента, среди которых в 85% случаев является односторонней [1, 2]. «Золотого» стандарта лечения нет, также не установлена взаимосвязь между размером и риском разрыва [3]. Тем не менее, согласно актуальным клиническим рекомендациям, лечение требуется проводить при ее диаметре более 35 мм [4]. При отсутствии лечения частота разрывов достигает 67%, что повышает риски летальных исходов и характеризует заболевание как жизнеугрожающее [3]. Открытая хирургическая резекция является технически трудновыполнимой процедурой ввиду ограниченного доступа к глубоко расположенным ВПА и сложного гемостаза обильных артериальных ветвей малого таза [3]. Такой подход сопровождается высокой летальностью, достигающей 10% [5]. На современном этапе альтернатива у пациентов с высоким риском открытой операции – эндоваскулярная стратегия. Подход подразумевает выполнение эндопротезирования общей (ОПА) и наружной (НПА) подвздошных артерий с целью исключения аневризмы ВПА из кровотока [6]. Вместе с тем ввиду значимой перекалибровки диаметров общей и наружной подвздошных артерий часто требуется стент-графт кониче-

ской формы с большим проксимальным диаметром (D) для соответствия сосудистой анатомии пациента. Стент-графты, запроважденные в доставляющую систему (ДС) таким образом, в настоящее время компаниями-производителями не поставляются. В сообщении описаны клинические случаи эндоваскулярного протезирования общей подвздошной артерии и наружной подвздошной артерии с применением реверсивно развернутого на операционном столе и запроважденного в доставляющую систему хирургом стент-графта с целью исключения из артериального кровотока аневризм ВПА. Проанализированы различные варианты эндоваскулярной коррекции заболевания и обоснованы выбранные тактические подходы к лечению.

Описание клинических случаев

Клинический случай 1

Пациент, 90 лет, поступил в отделение с аневризмой левой ВПА и рядом сопутствующих заболеваний, среди которых артериальная гипертензия и отягощенный онкологический анамнез (злокачественное новообразование левой доли печени и S3 сегмента правого легкого). Аневризма ВПА была выявлена в качестве случайной находки за 7 мес до госпитализации в ходе комплексного обследования по поводу онкологии. По данным мультиспиральной компьютерно-томографи-

ческой (МСКТ) аортографии максимальный диаметр аневризмы составил 54 мм (рис. 1).

Учитывая данные клинико-инструментального обследования и возраст пациента, решили выполнить эндоваскулярное протезирование левых ОПА и НПА с целью исключения аневризмы из магистрального кровотока. Принимая во внимание наличие изолированной аневризмы ВПА, ее близость к бифуркации ОПА, а также значительную перекалибровку диаметров подвздошных артерий (диаметр ОПА 17 мм, ВПА – 13 мм), во время предоперационной подготовки после коллегиального обсуждения приняли совместное решение провести эндопротезирование левых ОПА и НПА с исключением аневризмы из кровотока путем накрытия ВПА. Для выполнения поставленной задачи был подготовлен стент-графта Endurant размера 16-20-124 мм, планировалось его ре-

верс-эндопротезирование. Процесс получения информированного согласия подразумевал обсуждение применения стент-графта, рисков, связанных с процедурой, по сравнению с рисками открытой операции, оценку вероятности спонтанного разрыва без соответствующего лечения.

Ход вмешательства предполагал выполнение под местной анестезией пункционного доступа к левой общей бедренной артерии (ОБА) под ультразвуковым контролем с предварительным ушиванием места доступа ушивающим устройством ProGlide. Одновременно на операционном столе в стерильных условиях выполнено полное извлечение стент-графта из его оригинальной ДС (рис. 2, а). Через раскрытый стент-графт проведен проводник 0,035", по которому заведен баллонный катетер 6×40 мм. Стент-графт с проводником и баллонным катетером был реверсивно

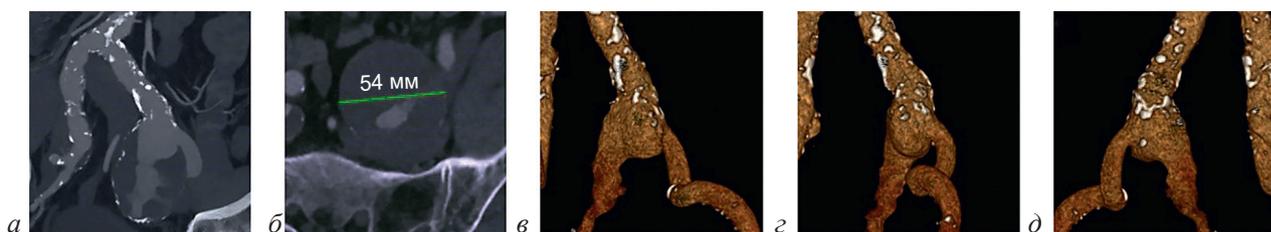


Рис. 1. Клинический случай 1. Предоперационная мультиспиральная компьютерно-томографическая аортография подвздошно-бедренного сегмента:

а, б – в режиме MPR (multiplanar reconstruction – мультипланарная реконструкция); б – поперечный срез, визуализируется аневризма внутренней подвздошной артерии максимальным диаметром 54 мм); в–д – в режиме 3D-реконструкции

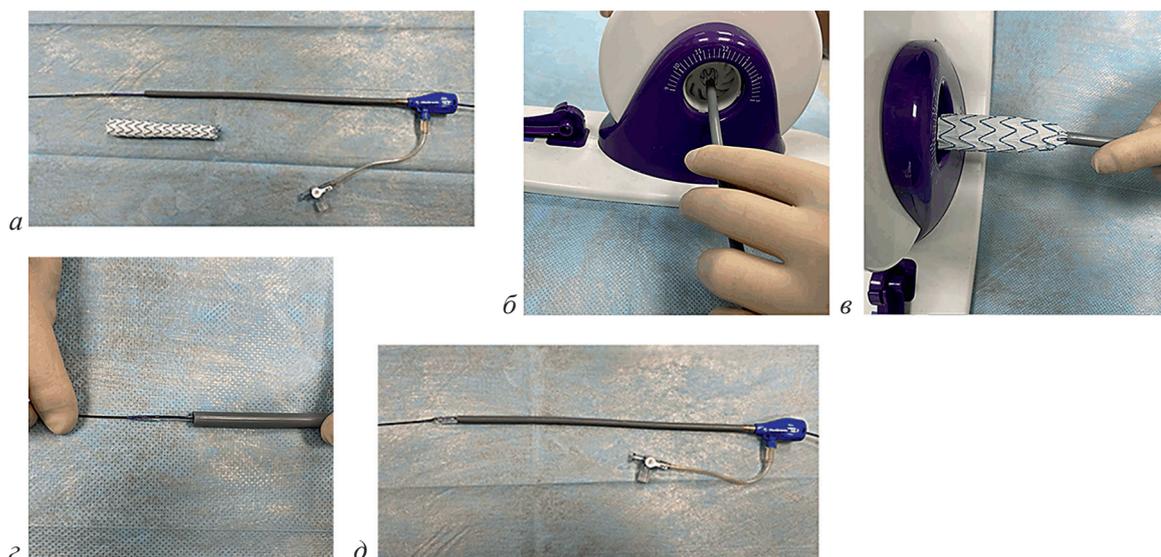


Рис. 2. Подготовка доставляющей системы:

а – доставляющая система, представленная интродьюсером, проводником и баллонным катетером, подготовленная для заправки стент-графта; б, в – заправка стент-графта в интродьюсер с помощью устройства для сборки аортального эндоваскулярного клапана Muval – Val-de-Crimp; г – стент-графт заправлен в интродьюсер, баллонный катетер позиционирован с выходом из интродьюсера на 20 мм; д – стент-графт заправлен, баллонный катетер раздут, доставляющая система готова

развернут (на 180° относительно заводской позиции) и заправлен в интродьюсер 16 Fr с помощью устройства для сборки аортального эндоваскулярного клапана Myval – Valde-Crimp (рис. 2, б, в). С целью безопасного заведения интродьюсера в ОБА баллонный катетер позиционирован с выходом из интродьюсера на 20 мм и раздут под давлением 6 атм (рис. 2, г, д), обеспечивая безопасность проведения, схожую с таковой ВАТ-техники (от англ. balloon-assisted tracing – сопровождение баллоном). Созданная хирургом ДС считалась готовой к использованию. Схема ДС, представленной интродьюсером и баллонным катетером, отражена на рисунке 3.

Следующим шагом ДС через левую ОБА безопасно проведена в левую ОПА. Баллонный катетер из доставляющей системы извлечен. Выполнена имплантация стент-графта путем выталкивания его модифицированным бужом в левую ОПА с выходом в левую НПА и накрытием ВПА. Для оптимального прилегания стент-графта к подвздошным артериям выполнена его баллонная дилатация. При контрольной ангиографии была подтверждена удовлетворительная позиция стент-графта, зарегистрировано полное выключение аневризмы из магистрального кровотока. Инструменты извлечены, достигнут гемостаз

предварительно ушитой поверхностной бедренной артерии (ПБА) устройством ProGlide. Кожная рана ушита узловыми швами, наложена асептическая повязка. Ход операции представлен на рисунке 4.

Пациент перенес вмешательство без осложнений, был выписан на 4-е сутки после операции с рекомендацией проведения повторной МСКТ-аортографии через 1 мес. По данным контрольной МСКТ-ангиографии через месяц подтверждены корректное положение стент-графта и успешное исключение аневризмы из кровотока (рис. 5).

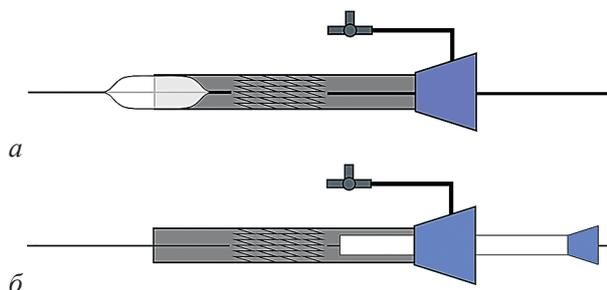


Рис. 3. Схема доставляющей системы:

а – доставляющая система, представленная интродьюсером, заправленным в него стент-графтом, проводником и баллонным катетером, подготовленная для заведения; б – доставляющая система после извлечения баллонного катетера, подготовленная к эндопротезированию; по проводнику проведен модифицированный буж с тупым концом для выталкивания стент-графта

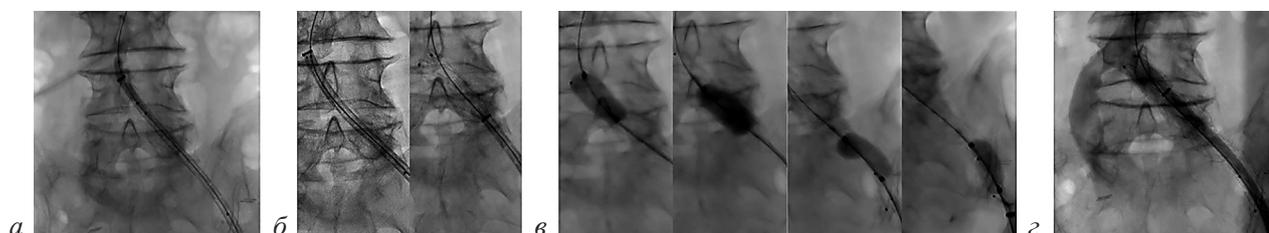


Рис. 4. Клинический случай 1. Ход оперативного вмешательства:

а – заведение доставляющей системы в левую ОПА; б – имплантация стент-графта путем выталкивания его из доставляющей системы модифицированным бужом с тупым концом; в – баллонная дилатация стент-графта; г – контрольная ангиография: кровоток по артериям магистральный, эндоликов не отмечается

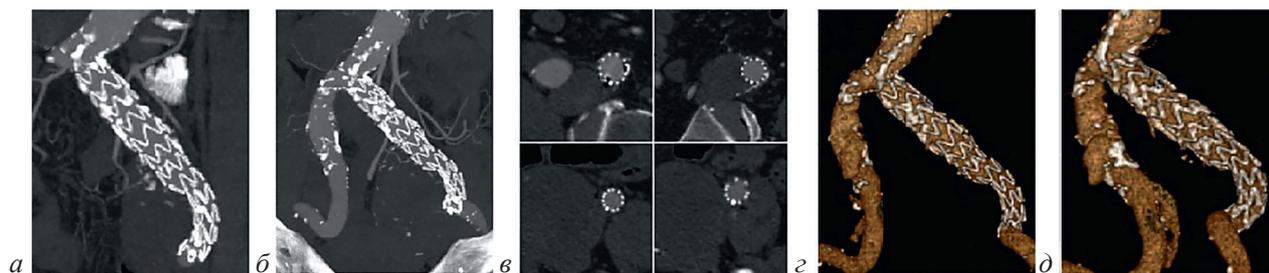


Рис. 5. Контрольная мультиспиральная компьютерно-томографическая аортография подвздошно-бедренного сегмента через 1 мес:

а-в – в режиме MPR, позиция стент-графта удовлетворительная, эндоликов не отмечается; г-д – в режиме 3D-реконструкции

Клинический случай 2

Пациент, 52 лет, госпитализирован с аневризмой левой ВПА и расслоением инфраренального отдела аорты (IV тип расслоения по классификации DeBakey–Белова), распространяющимся на левую ВПА (и аневризму соответственно). Анамнез причин расслоения остался неясен. Впервые патология была выявлена за 9 мес до госпитализации, по данным МСКТ-аортографии максимальный диаметр аневризмы составил 56 мм (рис. 6).

Учитывая результаты клинико-инструментального обследования и характер патологии, приняли решение о выполнении эндопротезирования левых ОПА и НПА с целью исключения аневризмы из кровотока. Во время предоперационной подготовки отметили наличие изолированной аневризмы ВПА, значительную перекалибровку диаметра подвздошных артерий (диаметр ОПА 16 мм, ВПА – 12 мм), а также инфраренальное расслоение с распространением на аневризму. После коллегиального обсуждения приняли совместное решение провести эндопротезирование ОПА и НПА с исключением аневризмы из кровотока путем накрытия ВПА. В ходе обсужде-

ния пациент дал информированное согласие на вмешательство.

Ход процедуры подразумевал выполнение под местной анестезией чрескожного доступа к левой ОБА под ангиографическим контролем и предварительным ушиванием места доступа ушивающим устройством ProGlide. На операционном столе в стерильных условиях проведено полное извлечение стент-графта Ancura размерами 14–20–80 мм из его доставляющей системы, стент-графт был реверсивно развернут и запроваден в его оригинальную ДС с помощью устройства для сборки аортального эндоваскулярного клапана Myval – Val-de-Crimp. ДС считалась готовой к эндопротезированию. Через левую ОБА она заведена в левую ОПА, выполнена имплантация стент-графта в левую ОПА с выходом в левую НПА и накрытием ВПА. Осуществлена баллонная дилатация. При контрольной ангиографии позиция эндоваскулярного протеза удовлетворительная, выявлено выключение аневризмы из магистрального кровотока. Выполнено извлечение инструментов, достигнут гемостаз предварительно ушитой ПБА устройством ProGlide. Кожная рана ушита узловыми швами, наложена асептическая повязка (рис. 7).

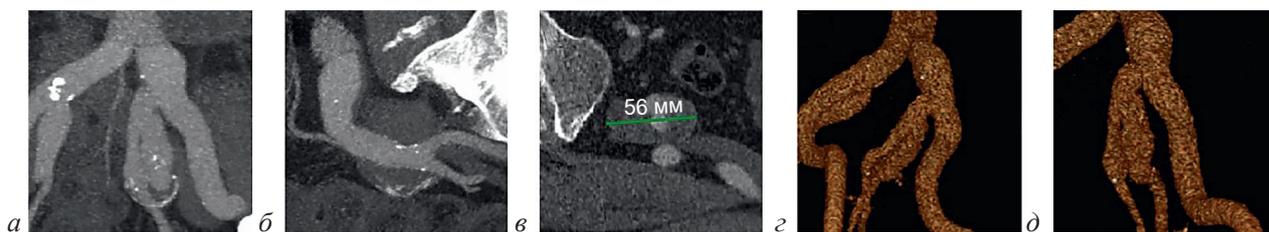


Рис. 6. Предоперационная мультиспиральная компьютерно-томографическая аортография подвздошно-бедренного сегмента:

a–в – в режиме MPR; *в* – на поперечном срезе визуализируется аневризма внутренней подвздошной артерии максимальным диаметром 56 мм; *г, д* – в режиме 3D-реконструкции

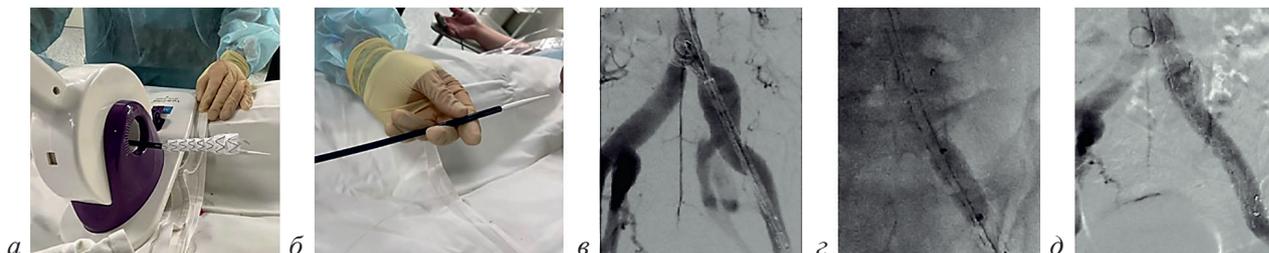


Рис. 7. Ход оперативного вмешательства:

a – стент-графт извлечен из оригинальной доставляющей системы, развернут и подготовлен для заправки в оригинальную систему доставки; *б* – выполнена заправка стент-графта в оригинальную доставляющую систему с помощью устройства для сборки аортального эндоваскулярного клапана Myval – Val-de-Crimp; *в* – позиционирование и частичное раскрытие стент-графта в левой подвздошной артерии; *г* – баллонная дилатация имплантированного стент-графта; *д* – контрольная ангиография: позиция стент-графта удовлетворительная, эндоликов не отмечается, левая ВПА выключена из магистрального кровотока

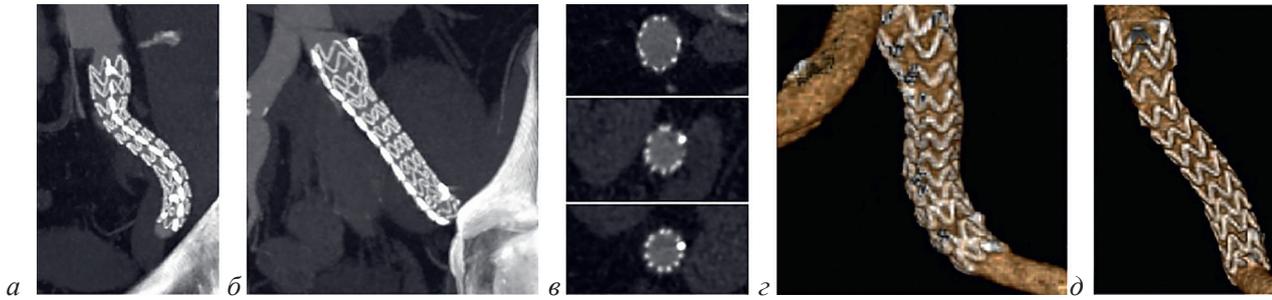


Рис. 8. Контрольная МСКТ-аортография подвздошно-бедренного сегмента через 1 мес:

a–b – в режиме MPR, позиция стент-графта удовлетворительная, эндоликов не отмечается; *c, d* – в режиме 3D-реконструкции

Вмешательство прошло без осложнений, послеоперационный период протекал без особенностей. Пациент был выписан на 5-е сутки после операции с рекомендацией о проведении повторной МСКТ-аортографии через 1 мес. По данным контрольной МСКТ-аортографии позиция стент-графта удовлетворительная, аневризма выключена из кровотока, эндоликов не отмечается (рис. 8).

Обсуждение

Эндоваскулярная стратегия лечения изолированных аневризм ВПА подразумевает варианты. Один из них – применение подвздошного браншированного компонента (ПБК). С момента своего одобрения в 2006 г. ПБК широко используется для выключения из кровотока аневризм подвздошных артерий при сохранении тазового кровообращения. Исследования эффективности ПБК в рамках инструкции производителя показали отличные среднесрочные результаты как при одностороннем, так и при двустороннем применении [7]. Тем не менее эндопротезирование ПБК при аневризмах ВПА выходит за рамки инструкции и сопряжено с процедурной трудоемкостью: трудностью катетеризации ВПА и сложностью эндоваскулярной конструкции, требующей дистального удлинения с целью полного накрытия аневризмы ВПА.

Некоторые авторы предлагают варианты эндопротезирования с применением ПБК и выходом в верхнюю ягодичную артерию, но данные о применении технологии единичны и нет сведений об отдаленных результатах [8]. Кроме того, такой метод несет высокие экономические издержки для учреждения [9].

Другой способ – выполнение линейного эндопротезирования из ОПА в НПА с выключением ВПА из артериального кровотока и предварительной эмболизацией ВПА или

без таковой. Технология не требует большого количества стент-графтов, проста в выполнении и менее затратна, однако может сопровождаться развитием ишемических осложнений, среди которых: ягодичная хромота (27,8%), эректильная дисфункция (12,7%), ишемия органов малого таза (0,5%) и спинальная ишемия (0,2%) [10]. Линейное эндопротезирование из ОПА в НПА подразумевает применение стент-графта с конической конфигурацией, где большой диаметр – проксимальный. Компании-производители не поставляют стент-графты в ДС, запроважденные таким образом. Исходя из вышеизложенного следует, что выполнить эндопротезирование подвздошного компонента таким образом, чтобы проксимальная часть стент-графта была большего размера, возможно только через контралатеральный бедренный доступ. В то же время недостаточная длина и высокая жесткость ДС в совокупности с высокими требованиями к сосудистой анатомии аортоподвздошного сегмента пациента (бифуркация аорты должна быть достаточно широкой) являются препятствиями. Целесообразный вариант – применение стент-графтов, изготовленных компанией-производителем на заказ. Технология показывает приемлемые среднесрочные результаты в лечении аневризм различных локализаций, однако длительное время ожидания, связанное с изготовлением и доставкой устройства, в совокупности с высокими экономическими издержками являются ограничениями подхода.

Альтернативный метод – эндопротезирование стент-графтом, реверсивно развернутым на операционном столе хирургом и запроважденным в оригинальную или собранную доставляющую систему. Технология сокращает время ожидания устройства и сводит экономические издержки к минимуму, однако несет риски воз-

можных непредусмотренных производителем внештатных ситуаций. Они могут возникнуть в ходе вмешательства в связи с ручной заправкой, отличающейся от производственного технологического процесса. Значение имеют повреждение или скручивание стент-графта в момент заправки и сложности его извлечения из доставляющей системы в момент имплантации. Тем не менее, несмотря на то, что доказательная база по применению технологии малочисленна и представлена сериями клинических случаев, этот подход используется у пациентов пожилого возраста и с высоким риском открытого хирургического вмешательства.

В нашем случае эндопротезирование с применением реверсивно развернутых стент-графтов было выполнено у 2 пациентов. В представленных клинических случаях превентивная эмболизация не выполнялась: у первого пациента это было обусловлено высокой сложностью катетеризации ВПА ввиду размеров аневризматического мешка (диаметр 54 мм), у второго пациента сложность катетеризации была связана не только с наличием аневризмы, но и с расслоением, распространяющимся на аневризму. Риски ишемических осложнений были сведены к минимуму ввиду сохранности у обоих пациентов контралатеральных подвздошных артерий, способствующих коллатеральному кровообращению органов малого таза. По данным контрольных МСКТ-аортографий позиция стент-графтов была удовлетворительной, эндоликов не отмечалось, что подтверждает непосредственную эффективность обсуждаемого метода.

Эффективность технологии подтверждают и другие авторы. Результаты являются единичными, отмеченными при несистематическом поиске литературы в базе медицинских данных PubMed. Так, в работе исследователей из Южной Кореи (K.S. Song et al.) была представлена серия клинических случаев с успешной имплантацией реверсивно развернутых стент-графтов для эндопротезирования с целью исключения из кровотока аневризм ВПА у 3 мужчин старше 80 лет. Однако, несмотря на технический успех, достигнутый у всех пациентов в ходе вмешательства, среднесрочные и отдаленные результаты, подтвержденные данными МСКТ-аортографии, представлены не были [11].

Нидерландские коллеги (A. Peppelenbosch et al.) сообщили об удовлетворительных

среднесрочных результатах у 12 пациентов, которым реверсивно имплантировали стент-графты. Среди них у 9 пациентов эндопротезирование выполнялось с целью лечения аневризм подвздошных артерий. Технический успех составил 100%, в конце вмешательства не было выявлено эндоликов. Летальных исходов среди 9 пациентов не отмечалось. В одном случае в отдаленном периоде был выявлен эндолик II типа без динамики роста аневризмы. Средний срок наблюдения за 11 пациентами составил 29 ± 9 мес. Авторы заключили, что технология может применяться при необходимости для лечения изолированных аневризм подвздошных артерий [12].

Также косвенно благополучные результаты применения реверсивно заправленных стент-графтов для эндопротезирования ОПА и НПА получены при лечении других патологий (ятрогенные фистулы подвздошных артерий, аневризмы общей подвздошной артерии) [13, 14].

Несмотря на представленные данные, доказательная база применения метода чрезвычайно мала. При несистематическом поиске литературы не встречаются сравнительные исследования, посвященные данной проблеме, не говоря о крупных и, тем более, рандомизированных клинических исследованиях. Исходя из описанных результатов и проанализированных работ очевидно, что технология эндопротезирования реверсивно развернутым стент-графтом еще изучается; научные публикации представлены сериями случаев; в настоящее время нет надежных доказательных данных о достаточном количестве исходов с непосредственным техническим успехом и отдаленных результатах. Перечисленное выше – ограничивающий фактор для широкого применения метода. Тем не менее вмешательства с использованием реверсивно развернутых стент-графтов могут выполняться у пациентов пожилого возраста или с высоким риском открытой операции в профильных специализированных центрах с накопленным опытом проведения эндоваскулярных вмешательств на аортоподвздошном сегменте.

Заключение

Эндоваскулярное протезирование общей и наружной подвздошных артерий с применением реверсивно развернутого стент-графта в представленных клинических наблюдениях

ассоциировались с высокой непосредственной клинической эффективностью. Необходимо исследовать отдаленные результаты и результаты лечения большего числа пациентов, провести сравнительные исследования.

Литература/References

- Zimmer P., Raker E., Quigley T. Isolated hypogastric artery aneurysms. *Ann. Vasc. Surg.* 1999; 13 (5): 545–549. DOI: 10.1007/s100169900296
- Antoniou G., Nassef A., Antoniou S., Loh C., Turner D., Beard J. Endovascular treatment of isolated internal iliac artery aneurysms. *Vascular.* 2011; 19 (6): 291–300.
- Brin B., Busuttil R. Isolated hypogastric artery aneurysms. *Arch. Surg.* (Chicago, Ill: 1960). 1982; 117 (10): 1329–1333. DOI: 10.1258/vasc.2011.ra0050
- Isselbacher E., Preventza O., Hamilton Black J., Augoustides, J., Beck A., Bolen M.A. et al. 2022 ACC/AHA Guideline for the diagnosis and management of aortic disease: A report of the American Heart Association/American College of Cardiology Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation.* 2022; 146 (24): e334–e482. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001106
- Rispoli P., Raso A., Varetto G., Moniaci D., Barile G., Maselli M. et al. Aneurysms of the hypogastric artery following surgery of the abdominal aorta. A report of two cases and review of the literature. *J. Cardiovasc. Surg.* 2003; 44 (5): 647–653.
- Tsilimparis N., Alevizakos P., Yousefi S., Laipple A., Hagemann J., Rogalla P. et al. Treatment of internal iliac artery aneurysms: single-centre experience. *ANZ J. Surg.* 2009; 79 (4): 258–264. DOI: 10.1111/j.1445-2197.2009.04856.x
- Giosdekos A., Antonopoulos C., Sfyroeras G., Moulakakis K., Tsilimparis N., Kakisis J. et al. The use of iliac branch devices for preservation of flow in internal iliac artery during endovascular aortic aneurysm repair. *J. Vasc. Surg.* 2020; 71 (6): 2133–2144. DOI: 10.1016/j.jvs.2019.10.087
- Jerkku T., Mohammed W., Kapetanios D., Czihal M., Tsilimparis N., Banafsche R. Extension of iliac branch device repair into the superior gluteal artery is a safe and effective maneuver. *Ann. Vasc. Surg.* 2020; 62: 195–205. DOI: 10.1016/j.avsg.2019.06.013
- Li Z., Zhou M., Wang G., Yuan T., Wang E., Zhao Y. et al. A multicenter assessment of anatomic suitability for iliac branched devices in eastern Asian patients with unilateral and bilateral aortoiliac aneurysms. *Front. Cardiovasc. Med.* 2022; 8: 763351. DOI: 10.3389/fcvm.2021.763351
- Абугов С.А., Пурецкий М.В., Поляков Р.С., Марданын Г.В., Пиркова А.А., Кудринский А.В. и др. Устройства проксимальной фиксации стент-графта при эндоваскулярном лечении аневризмы брюшного отдела аорты с неблагоприятной анатомией проксимальной шейки. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2019; 11: 100–108. DOI: 10.17116/hirurgia2019111100
- Абугов С., Пурецкий М., Поляков Р., Марданын Г., Пиркова А., Кудринский А. et al. Proximal fixation devices in endovascular repair of abdominal aortic aneurysm with unfavourable proximal neck anatomy. *Pirogov Russian Journal of Surgery.* 2019; 11: 100–108 (in Russ.). DOI: 10.17116/hirurgia2019111100
- Song K., Lee H., Nam D., Park K., Yun S., Lee B. et al. Use of reversed iliac leg stent-graft for the treatment of isolated aneurysm of internal iliac artery. *Vasc. Specialist Int.* 2014; 30 (1): 38–42. DOI: 10.5758/vsi.2014.30.1.38
- Peppelenbosch A., de Haan M., Daemen J., Schurink G. Use of the reversed Zenith iliac limb extension in the treatment of iliac artery aneurysms and various aortoiliac pathologies: outcome in midterm follow-up. *J. Endovasc. Ther.* 2011; 18 (6): 762–767. DOI: 10.1583/11-3554.1
- Konstantinou N., Kölbl T., Rohlfs F., Heidemann F., Debus S., Tsilimparis N. Endovascular repair of a large ilioiliac fistula using a reversed iliac limb endograft. *Ann. Vasc. Surg.* 2019; 56: 354.e11–354.e15. DOI: 10.1016/j.avsg.2018.08.104
- Mazzaccaro D., Righini P., Zuccon G., Modafferi A., Malacrida G., Nano G. The reversed bell-bottom technique (ReBel-B) for the endovascular treatment of iliac artery aneurysms. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2020; 96 (4): E479–E483. DOI: 10.1002/ccd.29140

© Коллектив авторов, 2024

УДК 612.5:616.12-089.86

Применение моментального резерва кровотока у пациента после аортокоронарного шунтирования

А.А. Гречишкин[✉], С.В. Майнгарт, А.Н. Федорченко, В.А. Порханов

ГБУЗ «Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского» Министерства здравоохранения Краснодарского края, Краснодар, Российская Федерация

✉ **Гречишкин Андрей Анатольевич**, врач отделения; orcid.org/0000-0003-1389-8414, e-mail: surgeon205@mail.ru

Майнгарт Сергей Владимирович, врач отделения; orcid.org/0000-0002-6749-5197

Федорченко Алексей Николаевич, д-р мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0001-5589-2040

Порханов Владимир Алексеевич, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, главный врач; orcid.org/0000-0003-0572-1395

Резюме

Аортокоронарное шунтирование (АКШ) является одним из основных методов реваскуляризации миокарда при ишемической болезни сердца (ИБС), которое показывает хорошие непосредственные и отдаленные результаты. Однако прогрессирование атеросклеротического процесса приводит к поражению не только нативных коронарных артерий, но и венозных кондуитов, что становится причиной рецидива клиники стенокардии, инфаркта миокарда и других неблагоприятных сердечно-сосудистых событий. Согласно текущим рекомендациям, предпочтение при выборе метода повторной реваскуляризации миокарда отдается чрескожному коронарному вмешательству (ЧКВ). Тем не менее инвазивные методы функциональной диагностики ишемии (фракционный и моментальный резерв кровотока – ФРК/МРК) у пациентов после АКШ остаются практически не исследованными. В данной статье представлен клинический случай эндоваскулярного лечения пациента с ишемической болезнью сердца, ранее перенесшего АКШ и имеющего многососудистое, многоуровневое поражение нативного коронарного русла и артериовенозного шунта, с использованием метода МРК. Используемая нами методика ЧКВ под контролем МРК может быть эффективной и безопасной в лечении пациентов с ИБС после перенесенного АКШ, позволяет определить зоны ишемии и выбрать правильную тактику эндоваскулярного вмешательства.

Ключевые слова: моментальный резерв кровотока после аортокоронарного шунтирования, маммарокоронарный шунт, артериовенозный шунт, фракционный резерв кровотока, чрескожное коронарное вмешательство

Для цитирования: Гречишкин А.А., Майнгарт С.В., Федорченко А.Н., Порханов В.А. Применение моментального резерва кровотока у пациента после аортокоронарного шунтирования. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (1): 94–102. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-94-102

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 12.02.2024
Принята к печати 29.02.2024

Instantaneous wave-free ratio-guided treatment of a patient after coronary artery bypass grafting

A.A. Grechishkin[✉], S.V. Mayngart, A.N. Fedorchenko, V.A. Porkhanov

Research Institute – S.V. Ochapovsky Regional Clinical Hospital № 1, Krasnodar, Russian Federation

✉ **Andrey A. Grechishkin**, Physician of Department; orcid.org/0000-0003-1389-8414, e-mail: surgeon205@mail.ru

Sergey V. Mayngart, Physician of Department; orcid.org/0000-0002-6749-5197

Aleksey N. Fedorchenko, Dr. Med. Sci., Head of Department; orcid.org/0000-0001-5589-2040

Vladimir A. Porkhanov, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of RAS, Chief Physician; orcid.org/0000-0003-0572-1395

Abstract

Coronary artery bypass grafting (CABG) is one of the main methods of myocardial revascularization in coronary heart disease, which demonstrates good immediate and long-term results. However, the progression of the

atherosclerotic process leads to damage not only to native coronary arteries, but also to venous conduits, which leads to a recurrence of angina pectoris, myocardial infarction and other adverse cardiovascular events. According to the current recommendations, the choice of the method of repeated myocardial revascularization is given to percutaneous coronary intervention (PCI). Nevertheless, at the moment, invasive methods of functional diagnosis of ischemia (instantaneous wave-free ratio/fractional flow – IFR/FFR) in patients after CABG remain practically unexplored. This article presents a clinical case of endovascular treatment of a patient with coronary heart disease, who had previously undergone CABG, and had a multi-vessel, multi-level lesion of the native coronary artery and saphenous vein graft, using the IFR. The IFR-guided PCI technique that we used can be an effective and safe method of treating patients with coronary artery disease after CABG, which allows one to determine ischemic zones and choose the right tactics for endovascular intervention.

Keywords: IFR after coronary artery bypass grafting, saphenous vein graft, FFR, percutaneous coronary intervention

For citation: Grechishkin A.A., Mayngart S.V., Fedorchenko A.N., Porkhanov V.A. Instantaneous wave-free ratio-guided treatment of a patient after coronary artery bypass grafting. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (1): 94–102 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-94-102

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

Received February 12, 2024
Accepted February 29, 2024

Введение

Аортокоронарное шунтирование (АКШ) – признанный эффективным метод реваскуляризации у пациентов с многососудистым поражением коронарных артерий. Выбор целевых сосудов для шунтирования обычно определяют на основании анатомической оценки степени выраженности стеноза по данным коронарографии. Однако коронарография дает ограниченную информацию о функциональном значении стенозов коронарных артерий, несмотря на высокую разрешающую способность. Коронарная реваскуляризация неишемизированного миокарда может оказаться бесполезной или даже привести к худшим клиническим исходам [1]. В настоящее время существуют инвазивные методы оценки функциональной значимости коронарных стенозов: измерение фракционного резерва кровотока (ФРК) и моментального резерва кровотока (МРК). Исследования FAME-I, FAME-II, DEFER и т.д. показали, что проведение чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) с учетом показателей ФРК не только существенно снижает частоту неблагоприятных сердечно-сосудистых событий в отдаленном периоде, но и уменьшает расходы на проведение реваскуляризации миокарда [1–3]. Согласно данным исследований DEFINE FLAIR и SWEDENEART, измерение МРК показало отдаленные клинические результаты и частоту неблагоприятных событий, сопоставимые с результатами ФРК [4, 5]. Использование МРК было ассоциировано со значительным снижением количества интраоперационных осложнений, уменьшением времени проведения процедуры и снижением расходов по сравнению

с ФРК [4]. Оба метода включены в руководство Европейского общества кардиологов по реваскуляризации миокарда от 2018 г. и имеют аналогичные показания, класс рекомендаций и уровень доказательности [6].

Существует точная корреляция между функциональной тяжестью стенозов и частотой окклюзии шунтов после АКШ в послеоперационном периоде при использовании предоперационной функциональной оценки тяжести коронарных стенозов с помощью методов ФРК/МРК [7, 8].

Однако нерешенной остается проблема в диагностике гемодинамически значимого поражения у пациентов, перенесших АКШ. Измерение ФРК/МРК в артериовенозных (АВШ), маммарокоронарных (МКШ) шунтах малоизучено, и на данный момент нет многоцентровых рандомизированных исследований, посвященных данной тематике, соответственно, нет упоминания в текущих рекомендациях по реваскуляризации миокарда (ESC/EACTS, ACC/AHA/SCAI).

Технически измерение ФРК/МРК в АВШ, МКШ и в нативном коронарном русле не отличается. Тем не менее имеется ряд особенностей, которые необходимо учитывать при выполнении и трактовке результатов этих исследований.

В данной статье представлен клинический случай эндоваскулярного лечения пациента с ишемической болезнью сердца (ИБС), ранее перенесшего АКШ и имеющего многососудистое, многоуровневое поражение нативного коронарного русла и АВШ, с использованием метода МРК.

Описание случая

Пациент С., 46 лет, обратился в поликлинику Центра грудной хирургии «НИИ – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского» Краснодара с жалобами на боли за грудиной давящего характера при умеренной физической нагрузке (ходьба в горку ускоренным шагом до 20–30 м, при подъеме на 2-й этаж) без иррадиации, купирующиеся в покое в течение 5 мин, одышку при той же нагрузке. Боли за грудиной описанного выше характера беспокоили около 1 года, в динамике с нарастанием. Выполнена велоэргометрия: проба положительная – III функциональный класс (ФК). Пациент госпитализирован в кардиологическое отделение для коронароангиографии. Выявлен устьевой стеноз ствола левой коронарной артерии (ЛКА) 90%. По результатам кардиологического консилиума пациенту было предложено АКШ или чрескожная транслюминальная коронарная ангиопластика ствола ЛКА. Больной согласился на выполнение АКШ. Выполнена операция в условиях искусственного кровообращения и фармакоологической кардиоopleгии – маммарокоронарное шунтирование передней нисходящей артерии (ПНА), аутовенозное аортокоронарное шунтирование ветви тупого края (ВТК). После операции больной чувствовал себя удовлетворительно. Через 6 мес после операции пациент вновь госпитализирован в стационар НИИ –

ККБ № 1 с вышеописанными жалобами для проведения коронарошунтографии (КШГ).

Результаты обследования:

– ЭКГ: синусовый ритм с частотой сердечных сокращений 65 уд/мин. Нормальное положение электрической оси сердца. Признаки гипертрофии: увеличение левого предсердия. Диффузные изменения миокарда. Синдром ранней реполяризации желудочков;

– АД 140/80 мм рт. ст.;

– ЭхоКГ: фракция выброса более 55%, без зон гипокинеза;

– тредмил-тест: депрессия сегмента ST-T в V2-V6 до 2 мм. НРС не зарегистрировано. Проба положительная: стенокардия III ФК.

По результатам обследования был установлен диагноз. Основное заболевание: ИБС. Стенокардия напряжения II ФК (клинически). МКШ ПНА, АВШ ВТК. Осложнения основного заболевания: ХСН I ст. II ФК по NYHA. Фоновые заболевания: гипертоническая болезнь III ст. Риск 4.

Под местной анестезией была выполнена КШГ доступом через правую общую бедренную артерию (интродьюсер 5F). Тип кровоснабжения правый. Ствол ЛКА: устьевой стеноз 90%. ПНА: с неровными контурами, заполняется из МКШ к ПНА, МКШ к ПНА проходим (рис. 1, 2). Огибающая артерия (ОА): с неровными контурами, протяженный стеноз до 50% в среднем отделе, заполняется антеградно и ретроградно из МКШ. АВШ к ВТК

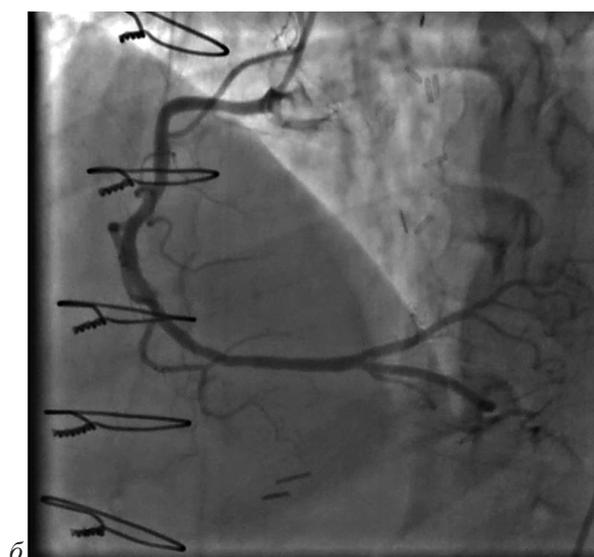
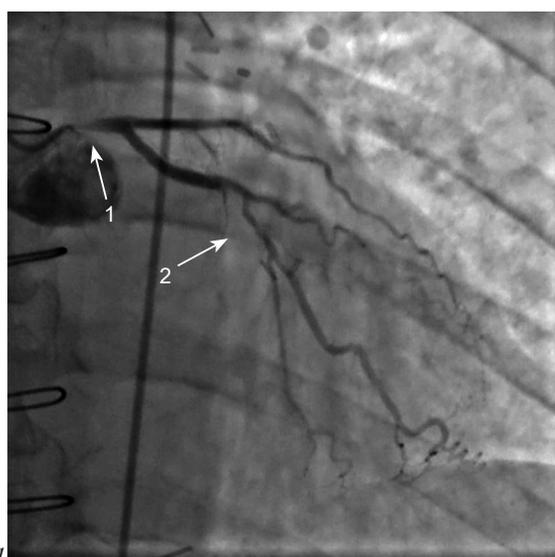


Рис. 1. Коронарошунтография:

а – левая коронарная артерия (стрелкой 1 указан устьевой стеноз ствола ЛКА – 90%, стрелкой 2 отмечен протяженный стеноз до 50% в среднем отделе огибающей артерии); б – ПКА: стеноз 30% в среднем отделе, задняя нисходящая артерия, ЛЖВ проходима

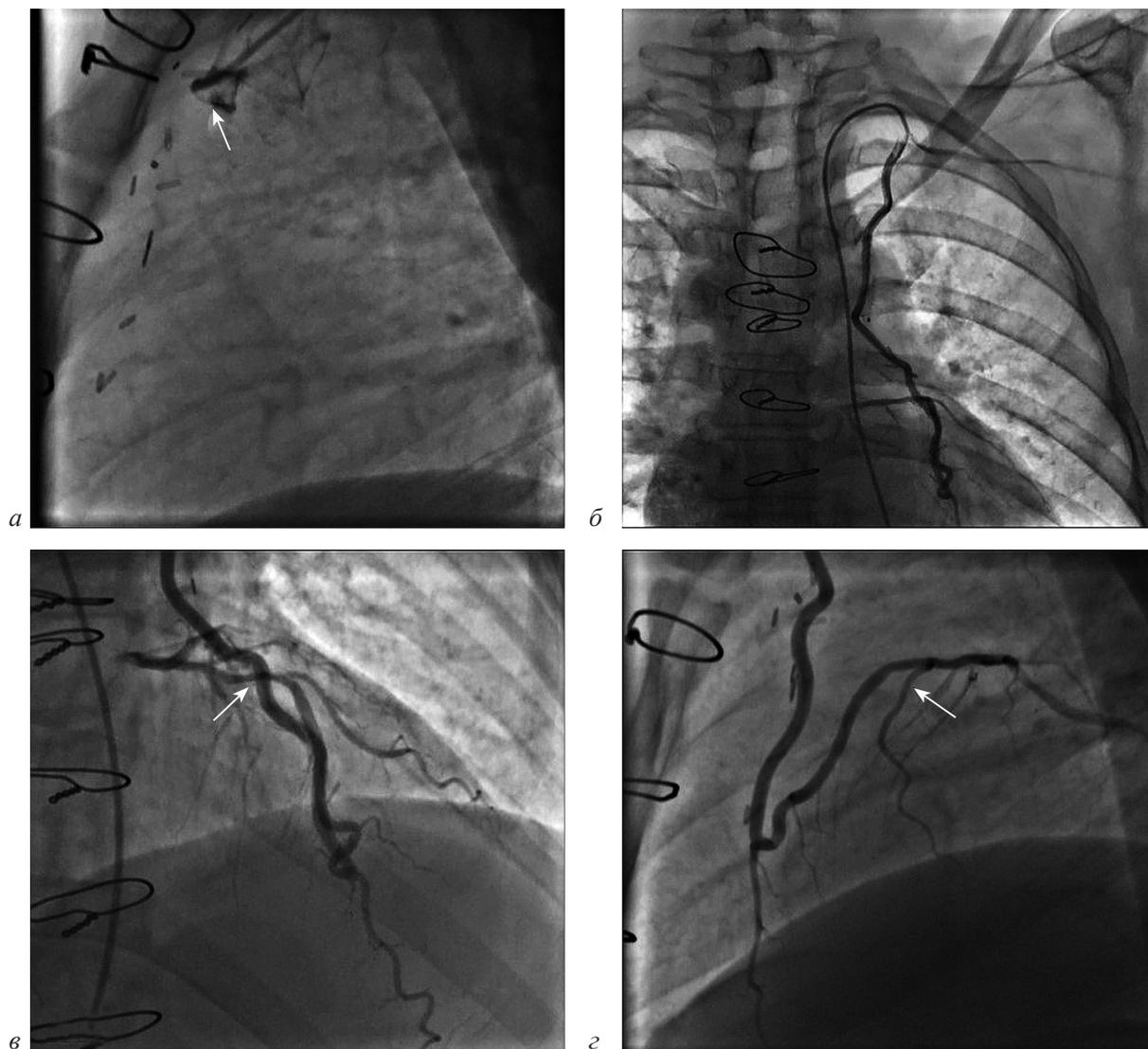


Рис. 2. Коронарошунтография:

а – окклюзированный АВШ к ВТК (указан стрелкой); *б* – МКШ к ПНА проходим; *в, г* – стеноз 40% в среднем отделе ПНА (указан стрелками)

окклюзирован (см. рис. 1, 2). Бедренные вены проходимы. ПКА: стеноз 30% в среднем отделе. Задняя нисходящая артерия, левожелудочковая ветвь проходимы (см. рис. 1).

В связи с функционально подтвержденной клиникой стенокардии II ФК и наличием устьевого поражения ствола ЛКА, окклюзии АВШ к ВТК принято решение о выполнении МРК ствола ЛКА, ПНА, ОА с последующим чрескожным коронарным вмешательством по поводу гемодинамически значимых поражений.

Ход операции. Проба Аллена положительная. Местная анестезия раствором лидокаина 20 мг. Пункцирована правая лучевая артерия. Установлен интродьюсер 6 F. Внутриартериально введен перлинганит

125 мкг, гепарин 1000 ЕД. Заведен проводниковый катетер 6 F в устье ЛКА.

Через интродьюсер в правой ОБА заведен диагностический катетер 5F в проксимальный отдел левой подключичной артерии с целью ангиографии МКШ и дистального русла ПНА.

Поочередно заведен проводник Volcano Eagle Eye Platinum ST0,014“ (Philips®) через стеноз ствола ЛКА и стеноз в среднем отделе ОА в дистальные отделы ПНА и ОА с измерением МРК. Результаты измерения МРК: проксимальный отдел ОА 0,79, дистальный отдел – 0,58, проксимальный отдел ПНА – 0,77, дистальный отдел – 0,87 (гемодинамически значимое снижение моментального резерва кровотока во всех артериях) (рис. 3). Коронарный проводник PT2 0,014” (Boston Scientific®) заведен

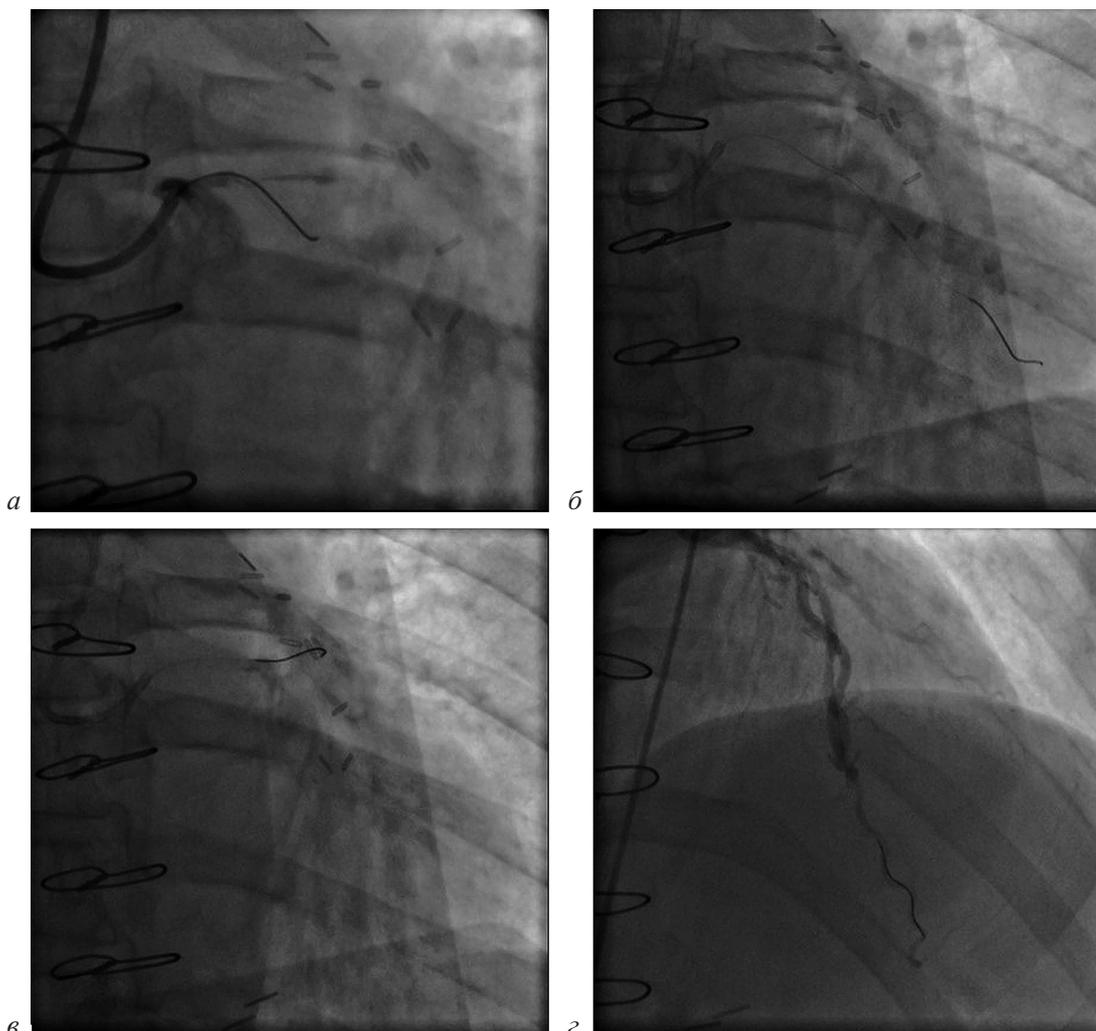


Рис. 3. Измерение МРК в бассейне ЛКА:

a – проксимальный отдел ОА 0,79; *б* – дистальный отдел ОА – 0,58; *в* – проксимальный отдел ПНА – 0,77; *г* – дистальный отдел ПНА – 0,87

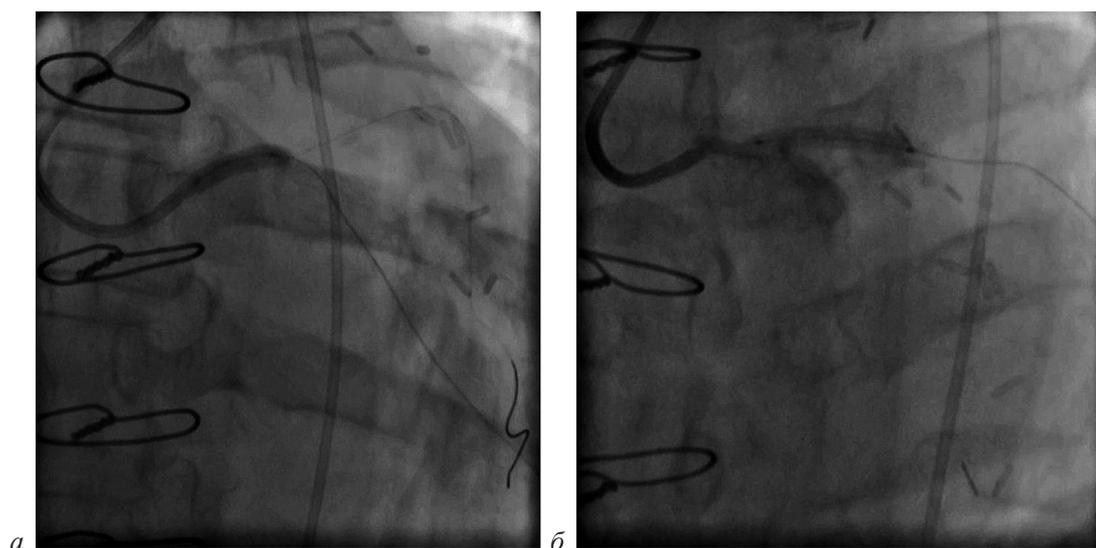


Рис. 4. Чрескожное коронарное вмешательство на стволе ЛКА:

a – преддилатация стеноза ствола ЛКА баллонным катетером Quantum Maverick 3,5×20 мм (Boston Scientific®) под давлением 10 атм; *б* – имплантация стента Promus Element Plus 3,5×20 мм (Boston Scientific®) в ствол ЛКА с переходом в проксимальный отдел ОА под давлением 12 атм

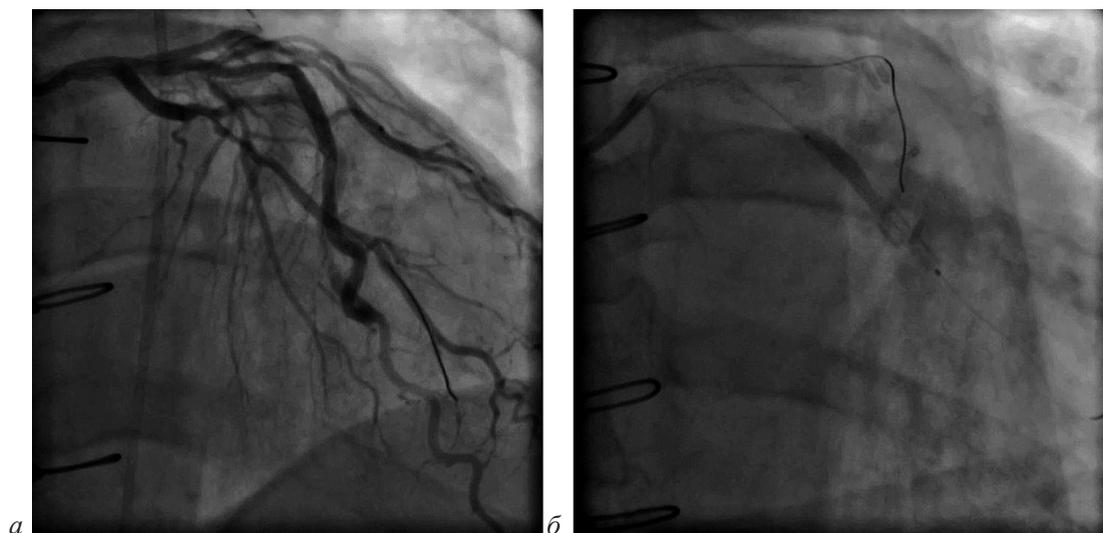


Рис. 5. Моментальный резерв кровотока ОА, ЧКВ ОА:

a – проводник Volcano Eagle Eye Platinum ST 0,014“ заведен через стеноз в среднем отделе ОА в ее дистальный отдел с измерением МРК – 0,85; *б* – имплантация стента Promus Element Plus 3,5×32 мм в средний отдел ОА под давлением 12 атм

через место стеноза ствола ЛКА в дистальный отдел ПНА для создания упора. По заведенному ранее проводнику Volcano Eagle Eye Platinum ST 0,014“ выполнена преддилатация стеноза ствола ЛКА баллонным катетером Quantum Maverick 3,5×20 мм (Boston Scientific®) под давлением 10 атм (рис. 4). Выполнена баллонная вазодилатация с имплантацией стента Promus Element Plus 3,5×20 мм (Boston Scientific®) в ствол ЛКА с переходом в проксимальный отдел ОА под давлением 12 атм (см. рис. 4). Проведена дополнительная дилатация проксимального сегмента стента баллонным катетером NC Emerge 4,0×15 мм (Boston Scientific®) под давлением 14 атм. Проводник Volcano Eagle Eye Platinum ST 0,014“ заведен через стеноз в среднем от-

деле ОА в ее дистальный отдел с измерением МРК: дистальный отдел ОА – 0,85 (гемодинамически значимое снижение моментального резерва кровотока) (рис. 5). Осуществлена преддилатация места стеноза баллонным катетером Quantum Maverick 3,0×30 мм под давлением 10 атм. Выполнена баллонная вазодилатация с имплантацией стента Promus Element Plus 3,5×32 мм в средний отдел ОА под давлением 12 атм (см. рис. 5). Повторное измерение МРК в ЛКА и ее ветвях – 0,99 (гемодинамически незначимый показатель).

На контрольной ангиографии просвет ствола ЛКА и ОА в местах имплантации стентов восстановлен без признаков диссекции и дистальной эмболии (рис. 6).



Рис. 6. Контрольная ангиография ЛКА. Просвет ствола ЛКА и ОА в местах имплантации стентов восстановлен

Послеоперационный период протекал благоприятно. Расширение двигательного режима в пределах отделения пациент переносил удовлетворительно. Боли ангинозного характера не рецидивировали. На ЭКГ без отрицательной ишемической динамики. Выписан на 3-и сутки под наблюдение кардиолога (терапевта) по месту жительства.

Обсуждение

Патофизиология атеросклеротического процесса в АВШ отличается от таковой нативных коронарных артерий и состоит из трех отдельных процессов: тромбоза, гиперплазии интимы и атеросклероза. Несмотря на то что данные процессы протекают с разницей по времени, патофизиологически они взаимосвязаны [9].

В течение первого года после АКШ атеросклероз является доминирующим процессом, лежащим в основе истощения трансплантатов подкожной вены, что приводит к рецидиву ишемической симптоматики [10]. Как правило, атеросклероз в АВШ прогрессирует значительно быстрее по сравнению с таковым в нативном коронарном русле артерий, что, вероятно, связано с особенностями течения атеросклероза в АВШ и влиянием артериального давления на стенку вены [11].

Ангиографическая оценка тяжести стеноза в АВШ более сложна, чем в нативных артериях. Именно поэтому необходим альтернативный метод диагностики для оценки значимости стеноза. Однако на данный момент неясно, позволяют ли измерения МРК/ФРК точно определить наличие или отсутствие ишемии в поражениях АВШ, особенно с учетом того, что на оценку МРК/ФРК в АВШ могут влиять множество факторов: 1) наличие остаточного антеградного кровотока в нативной коронар-

ной артерии; 2) наличие функционирующих коллатералей от окклюзированной артерии; 3) хронические микрососудистые и фиброзные изменения коронарного русла, связанные с хронической ишемией [12].

Небольшое исследование с участием 10 пациентов, проведенное R. Aqel et al., показало, что использование ФРК для оценки физиологической значимости поражений АВШ обеспечивает приемлемую специфичность и отрицательную прогностическую ценность по сравнению со стресс-перфузионной сцинтиграфией. Наиболее точную оценку поражения АВШ дает измерение ФРК в дистальных отделах коронарных артерий, в которых отсутствует конкурентный кровоток из нативного кровообращения [13]. Однако данное исследование не может быть статистически или клинически надежным из-за малого количества собранных данных.

Значительно более надежным представляется применение МРК/ФРК у пациентов с поражением ствола ЛКА. Многоцентровое исследование S. De Rosa et al. показало, что: 1) измерение МРК надежно у пациентов с заболеванием ствола ЛКА; 2) МРК имеет хорошую корреляцию с ФРК; 3) диагностическая эффективность МРК одинакова у пациентов со стабильной ИБС или ОКС; 4) наличие дополнительного стеноза, помимо целевого, влияет на показатели МРК/ФРК; 5) МРК менее подвержен влиянию нижележащих стенозов [14].

Согласно текущим рекомендациям Европейского общества кардиологов, при повторной реваскуляризации миокарда ЧКВ является вмешательством выбора по сравнению с АКШ при ее безопасности. При выборе стратегии выполнения ЧКВ важно принять во внимание тот факт, что ЧКВ на нативной артерии предпочтительнее ЧКВ на шунте (см. таблицу)

Европейские рекомендации по проведению повторной реваскуляризации [6]

Рекомендации	Класс	Уровень
<i>Прогрессирование заболевания и поздняя недостаточность шунта</i>		
Повторная реваскуляризация показана пациентам с обширной ишемией и тяжелой симптоматикой, несмотря на консервативное лечение	I	B
ЧКВ является вмешательством выбора по сравнению с КШ при его безопасности	IIa	C
<i>Чрескожное коронарное вмешательство</i>		
Дистальные устройства защиты должны быть предусмотрены при ЧКВ по поводу поврежденных шунта из большой подкожной вены	IIa	B
ЧКВ на нативной артерии предпочтительнее ЧКВ на шунте	IIa	C

[6]. Руководствуясь вышепредставленными рекомендациями, мы приняли решение о ЧКВ на нативном коронарном русле. По данным коронарографии у данного пациента было обнаружено устьевое поражение ствола ЛКА (Medina 1.0.0) и функционирующий МКШ. Таким образом, при выборе техники стентирования мы рассматривали три основных варианта: изолированное стентирование ствола ЛКА, стентирование ствола ЛКА с переходом в ПНА (Provisional T-стентирование), стентирование ствола ЛКА с переходом в ОА (inverted provisional T-стентирование).

Однако для того чтобы определить технику и объем ЧКВ, приняли решение о выполнении МРК. Полученные результаты функционального исследования дали точный ответ – у пациента имеется тотальная ишемия в бассейне ЛКА (при функционирующем МКШ), показатели МРК в ОА значительно ниже, чем в ПНА, что объясняется наличием функционирующего МКШ. Тем не менее различия в показателях МРК в проксимальном и среднем отделах ОА (0,2) свидетельствуют о наличии гемодинамически значимого поражения не только ствола ЛКА, но и среднего отдела ОА. Исходя из полученных данных решено было выполнить стентирование ствола ЛКА с переходом в ОА. Данная техника операции позволяет:

- обеспечить оптимальный кровоток в ОА;
- дать возможность беспрепятственной имплантации стента в средний отдел ОА;
- поджать/скомпрометировать устье ПНА, таким образом снизив вероятность конкурентного кровотока в ней.

На финальной ангиографии после проведенного ЧКВ определяется ретроградный заброс контрастного препарата в МКШ к ПНА (см. рис. 6). Однако контрольные данные МРК (в ЛКА и ее ветвях 0,99) позволяют утверждать, что наличие конкурентного кровотока не влияет на качество перфузии дистальных отделов ПНА. Также об эффективности проведенного лечения свидетельствуют отсутствие ангинозных приступов и расширение двигательной активности у пациента в послеоперационном периоде.

Заключение

Данный клинический случай показывает, что при изолированном поражении ствола

ЛКА одного МКШ недостаточно для обеспечения адекватного кровотока по всему бассейну ЛКА. Используемая нами методика ЧКВ с применением МРК может быть эффективной и безопасной при лечении пациентов с ИБС после перенесенного АКШ, позволяет определить зоны ишемии и выбрать правильную тактику эндоваскулярного вмешательства. Тем не менее у данной группы больных существует ряд особенностей, которые могут повлиять на результаты функционального исследования. Необходимо проведение более крупных исследований, которые позволят определить точные показания к выбору данной методики.

Литература/References

1. Zimmermann F.M., Ferrara A., Johnson N.P., van Nunen L.X., Escaned J., Albertsson P. et al. Deferral vs. performance of percutaneous coronary intervention of functionally non-significant coronary stenosis: 15-year follow-up of the DEFER trial. *Eur. Heart J.* 2015; 36: 3182–3188. DOI: 10.1093/eurheartj/ehv452
2. Tonino P.A., De Bruyne B., Pijls N.H., Siebert U., Ikeno F., van't Veer M. et al. FAME Study Investigators, Fractional flow reserve versus angiography for guiding percutaneous coronary intervention. *N. Engl. J. Med.* 2009; 360: 213–224. DOI: 10.1056/NEMJMoa0807611
3. De Bruyne B., Pijls N.H., Kalesan B., Barbato E., Tonino P.A., Piroth Z. et al. FAME 2 Trial Investigators, Fractional flow reserve guided PCI versus medical therapy in stable coronary disease. *N. Engl. J. Med.* 2012; 367: 991–1001. DOI: 10.1056/NEJMoa1205361
4. Davies J.E., Sen S., Dehbi H.M., Al-Lamee R., Petraro R. et al. Use of the instantaneous wave-free ratio or fractional flow reserve in PCI. *N. Engl. J. Med.* 2017; 376 (19): 1824–1834. DOI: 10.1056/NEJMoa1700445
5. Götberg M., Christiansen E.H., Gudmundsdottir I.J., Sandhall L., Danilewicz M., Jakobsen L. et al. Instantaneous wave-free ratio versus fractional flow reserve to guide PCI. *N. Engl. J. Med.* 2017; 376 (19): 1813–1829. DOI: 10.1056/nejmoa1616540
6. Neumann F.-J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A.P., Benedetto U. et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur. Heart J.* 2018; 40: 87–165. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy394
7. Botman C.J., Schonberger J., Koolen S., Penn O., Botman H. et al. Does stenosis severity of native vessels influence bypass graft patency? A prospective fractional flow reserve-guided study. *Surgery.* 2007; 83: 2093–2097.
8. Wada T., Shiono Ya., Kubo T., Honda K., Takahata M., Shimamura K. et al. Impact of instantaneous wave-free ratio on graft failure after coronary artery bypass graft surgery. *Int. J. Cardiol.* 2021; 324: 23–29. DOI: 10.1016/j.ijcard.2020.09.046

9. Cox J.L., Chiasson D.A., Gotlieb A.I. Stranger in a strange land: the pathogenesis of saphenous vein graft stenosis with emphasis on structural and functional differences between veins and arteries. *Prog. Cardiovasc. Dis.* 1991; 34: 45–68.
10. Motwani J.G., Topol E.J. Aortocoronary saphenous vein graft disease: pathogenesis, predisposition, and prevention. *Circulation.* 1998; 97: 916–931.
11. Almomani A., Pothineni N.V., Edupuganti M., Payne J., Agarwal S., Uretsky B., Hakeem A. Outcomes of fractional flow reserve-based deferral in saphenous vein graft narrowing. *Am. J. Cardiol.* 2018; 122 (5): 723–728. DOI: 10.1016/j.amjcard.2018.05.002
12. Aqel R., Zoghbi G.J., Hage F., Dell'Italia L., Iskandrian A.E. Hemodynamic evaluation of coronary artery bypass graft lesions using fractional flow reserve. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2008; 72: 479–485.
13. De Rosa S., Polimeni A., De Velli G., Conte M., Sorrentino S., Spaccarotella C. et al. Reliability of instantaneous wave-free ratio (iFR) for the evaluation of left main coronary artery lesions. *J. Clin. Med.* 2019; 8: 1143. DOI: 10.3390/jcm8081143

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.13/14-007.272-073.756.8

Внутрисосудистая визуализация при выполнении реканализации хронических тотальных окклюзий с отсутствием культы

А.В. Стаферов^{1, 2✉}, А.В. Абросимов^{2, 3}, А.В. Конев¹, Д.А. Кудряшов¹, О.В. Химий¹, А.А. Стаферов²

¹ ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России», Москва, Российская Федерация

² ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация

³ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

✉ **Стаферов Антон Валерьевич**, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; ассистент кафедры сердечно-сосудистой хирургии № 2 Института профессионального образования; orcid.org/0000-0001-6271-1850, e-mail: avstaferov@mail.ru

Абросимов Андрей Викторович, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., ассистент кафедры сердечно-сосудистой хирургии № 2 Института профессионального образования; orcid.org/0000-0001-5907-9508

Конев Алексей Васильевич, канд. мед. наук, заведующий кардиологическим отделением лечения сложных нарушений ритма сердца; orcid.org/0000-0002-1762-6822

Кудряшов Дмитрий Александрович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0009-0006-9343-655X

Химий Орыся Васильевна, врач-кардиолог; orcid.org/0000-0002-8828-9384

Стаферов Алексей Антонович, студент; orcid.org/0000-0003-4465-0366

Резюме

Хронические тотальные окклюзии являются одной из самых комплексных форм поражения коронарных артерий. Невозможность успешной реканализации напрямую влияет на клинические результаты и ограничивает эффективность эндоваскулярного лечения. Внутрисосудистые методы визуализации применяются на всех этапах процедуры реканализации, влияя как на улучшение отдаленных результатов, так и на повышение частоты успеха вмешательства. Внутрисосудистое ультразвуковое исследование имеет большое значение в случаях со сложной морфологией культы или ее отсутствием. Цель настоящего сообщения – на примере трех клинических наблюдений показать значение внутрисосудистого ультразвукового исследования для выполнения антеградной и ретроградной реканализации при устьевых окклюзиях передней межжелудочковой ветви с отсутствием культы при трифуркации ствола левой коронарной артерии.

Ключевые слова: чрескожные коронарные вмешательства, хроническая тотальная окклюзия, внутрисосудистое ультразвуковое исследование

Для цитирования: Стаферов А.В., Абросимов А.В., Конев А.В., Кудряшов Д.А., Химий О.В., Стаферов А.А. Внутрисосудистая визуализация при выполнении реканализации хронических тотальных окклюзий с отсутствием культы. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (1): 103–118. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-103-118

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 18.01.2024
Принята к печати 14.02.2024

Intravascular visualisation in recanalization of chronic total occlusions with the blunt stump

A.V. Staferov^{1, 2✉}, A.V. Abrosimov^{2, 3}, A.V. Konev¹, D.A. Kudryashov¹, O.V. Khimiy¹, A.A. Staferov²

¹ Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Moscow, Russian Federation

² Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

³ Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, Russian Federation

✉ **Anton V. Staferov**, Cand. Med. Sci., Head of Department, Assistant of the Chair of Cardiovascular Surgery № 2, Institute of Vocational Education; orcid.org/0000-0001-6271-1850, e-mail: avstaferov@mail.ru

Andrey V. Abrosimov, Cand. Med. Sci., Senior Researcher, Assistant of the Chair of Cardiovascular Surgery № 2, Institute of Vocational Education; orcid.org/0000-0001-5907-9508

Aleksey V. Konev, Cand. Med. Sci., Head of Cardiology Department; orcid.org/0000-0002-1762-6822
Dmitriy A. Kudryashov, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0006-9343-655X
Orysa V. Khimiy, Cardiologist; orcid.org/0000-0002-8828-9384
Aleksey A. Staferov, Student; orcid.org/0000-0003-4465-0366

Abstract

Chronic total occlusions are one of the most complex forms of the coronary disease. Unsuccessful recanalisation directly affects clinical outcomes and limits the effectiveness of endovascular treatment. Intravascular visualisation methods are used at all stages of the recanalization procedure, influencing both the improvement of long-term outcomes and the increase in the success rate of the intervention. Intravascular ultrasound study is important in cases with ambiguous proximal cap or blunt stump occlusions. The purpose of this report, using the example of three clinical cases, is to demonstrate the value of intravascular ultrasound when performing antegrade and retrograde recanalization for ostial occlusions of the left anterior descending artery with the blunt stump in situation with trifurcation of the left main coronary artery.

Keywords: percutaneous coronary intervention, chronic total occlusion, intravascular ultrasound study

For citation: Staferov A.V., Abrosimov A.V., Konev A.V., Kudryashov D.A., Khimiy O.V., Staferov A.A. Intravascular visualisation in recanalization of chronic total occlusions with the blunt stump. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (1): 103–118 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-103-118

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

Received January 18, 2024
Accepted February 14, 2024

Введение

Хроническая тотальная окклюзия (ХТО) определяется как полное отсутствие антеградного кровотока (0 степени по классификации TIMI) сроком более 3 мес [1]. Следует принимать во внимание, что в ряде случаев внутрисистемные, в том числе и мостовидные, коллатерали могут обеспечивать антеградный кровоток в постокклюзионные отделы и приводить к ошибочному заключению о функционально неполной окклюзии. Это можно распознать путем тщательной оценки ангиограмм в разных проекциях [1]. Хронические тотальные окклюзии встречаются сравнительно часто, примерно у 15–25% пациентов, которым выполняется коронарография, наиболее часто – примерно в половине всех случаев – окклюзированным сосудом является правая коронарная артерия (ПКА) [1]. Еще в самом начале внедрения в клиническую практику чрескожных коронарных вмешательств А. Грюнтциг писал, что «...тотальная окклюзия является серьезной проблемой, если мы не сможем исправить эту ситуацию, мы, вероятно, никогда по-настоящему не займемся вопросом многососудистой ангиопластики» [2]. Хронические тотальные окклюзии считаются одной из наиболее комплексных форм поражения венечных артерий: невозможность успешной реканализации напрямую влияет на достижение максимального объема реваскуляризации миокарда, что ассоциируется с менее благоприятными клиническими ре-

зультатами, тогда как успешная реканализация и обеспечение долговременной проходимости артерии благодаря применению стентов с лекарственным покрытием сопровождаются благоприятными клиническими результатами и являются важнейшим достижением современной эндоваскулярной хирургии [2].

Внедрение в клиническую практику нового специализированного инструментария и методик реканализации, алгоритмов выполнения вмешательств при ХТО, накопление опыта специалистами позволило расширить показания к реваскуляризации при данной форме стенозирующего поражения, повысить долю успешных процедур реканализации до 85–90% и минимизировать частоту осложнений [1–3]. Тем не менее в ряде случаев комплексность поражения является существенным фактором, ограничивающим возможность успешного выполнения вмешательства. Так, сложная, неопределенная морфология культи либо ее отсутствие (blunt stump), наличие боковых ветвей в области окклюзии относятся к таким факторам и значимо повышают комплексность антеградной реканализации, уменьшают вероятность успеха вмешательства [1, 2]. В соответствии с современными алгоритмами реканализации комплексная, неопределенная анатомия культи или же ее отсутствие могут стать основанием для выбора стратегии ретроградной реканализации, являющейся более сложным вариантом вмешательства и ассоциирующейся с меньшей частотой первичного успеха [1–3]. При выполнении процедур река-

нализации в случаях с неблагоприятной морфологией культы в настоящее время большое значение играют внутрисосудистые методы визуализации, в частности внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ) [1, 2, 4, 5]. При антеградной стратегии реваскуляризации в случаях без явной культы, с неясной ее анатомией датчик ВСУЗИ может проводиться в ближайшую боковую ветвь и во время автоматизированной протяжки могут быть точно определены локализация и морфологические характеристики проксимальной покрышки окклюзии [1, 2, 4, 5]. Также динамическое ВСУЗИ позволяет мониторировать положение антеградного проводника и зону его входа в окклюзию через проксимальную покрышку (в идеале – центрально) [1, 2, 4, 5]. При выполнении процедур реканализации ВСУЗИ может выполняться для контроля антеградного re-entry (возвращения) проводника из субинтимального пространства в истинный просвет постокклюзионных отделов артерии [1, 2, 4, 5]. В этой ситуации, особенно после неудачных попыток re-entry, датчик ВСУЗИ может быть проведен по располагающемуся субинтимально коронарному проводнику для определения правильного направления пункции более жестким, «пенетрирующим» проводником и достижения истинного просвета дистальнее зоны окклюзии [1, 2, 4, 5]. При ретроградном подходе датчик ВСУЗИ также проводится по антеградному проводнику и может быть использован в случаях окклюзий без явной культы, в том числе в зонах бифуркации артерии [1, 2, 4, 5]. В этом случае датчик ВСУЗИ следует располагать непосредственно в устьевом сегменте для визуализации положения ретроградного проводника и направления его re-entry в истинный просвет. Особенно важную информацию обеспечивает ВСУЗИ в случаях устьевых окклюзий передней межжелудочковой ветви (ПМЖВ) или огибающей ветви (ОВ) левой коронарной артерии (ЛКА) для предотвращения развития диссекции ствола левой коронарной артерии или окклюзии боковой ветви [1]. На примере клинических наблюдений будут показаны возможности внутрисосудистой визуализации при выполнении процедур антеградной и ретроградной реканализации устьевых окклюзий ПМЖВ ЛКА с отсутствием культы при анатомическом варианте деления ствола ЛКА по типу трифуркации.

Описание случаев

Клинический случай 1

Пациент, 62 лет, с клиникой стабильной стенокардии напряжения II–III функционального класса (ФК) по классификации CCS, перенес инфаркт миокарда (ИМ) передней локализации в 2011 г. (реваскуляризация не выполнялась). В 2021 г. в связи с развитием ИМ нижней локализации ему было выполнено стентирование ПКА с имплантацией двух стентов, тогда же была верифицирована устьевая окклюзия ПМЖВ ЛКА. По результатам эхокардиографии (ЭхоКГ) клапанная патология отсутствует, гипокинез срединных верхушечных сегментов передней, передне-септальной, переднебоковой стенок и верхушки левого желудочка (ЛЖ), межжелудочковой перегородки, фракция выброса (ФВ) ЛЖ 54%. По данным коронарографии, выполненной по месту жительства, стенозирующее поражение проксимальной и средней третей ПКА, ранее имплантированный в дистальную треть ПКА стент проходим (рис. 1, а, б), ствол ЛКА без значимого стенозирования, трифуркация ствола с крупной интермедиарной артерией (ИА), устьевая окклюзия ПМЖВ без явной культы, постокклюзионные отделы ее заполняются по внутри- и преимущественно по межсистемным перетокам (см. рис. 1, а, б). Первым этапом пациенту была выполнена реваскуляризация бассейна ПКА левым лучевым доступом ввиду окклюзии правых лучевой и локтевой артерий после ранее выполненных вмешательств (рис. 1, в, г).

Вторым этапом правым трансфеморальным доступом выполнена катетеризация ЛКА коронарным проводниковым катетером EBU 4,0 7F (Medtronic, США), левым лучевым доступом – катетеризация ПКА коронарным проводниковым катетером JR 4,0 6F (Medtronic, США). Проведено ВСУЗИ высокого разрешения (ВР, датчик Opticross HD 60 мГц, система Polaris, Boston Scientific, США) с автоматической протяжкой из ИА в ствол ЛКА, определены качественные и количественные характеристики стенозирующего поражения, идентифицирована область культы ПМЖВ ЛКА (рис. 1, д).

При поддержке микрокатетера Corsair (Asahi, Япония) проводником Hornet10 (Boston Scientific, США) была осуществлена пенетрация зоны окклюзии, при выполнении ВСУЗИ

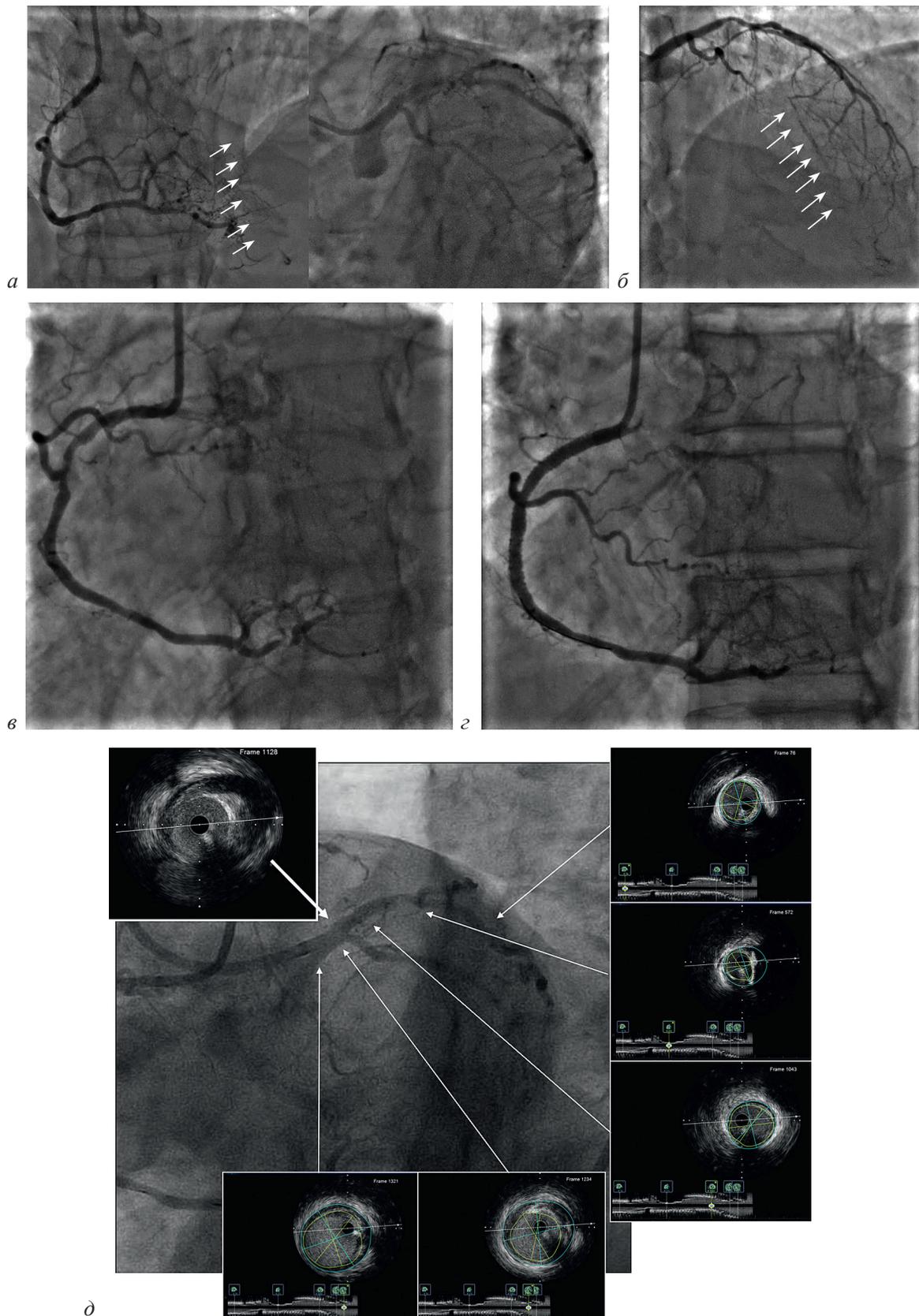


Рис. 1. Клинический случай 1:

a – исходная коронарограмма ПКА; *б* – центральная коронарограмма с окклюзией ПМЖВ ЛКА без культы; *а, б* – постокклюзионные отделы ПМЖВ ЛКА отмечены стрелками; *в* – коронарография ПКА исходно; *г* – коронарография ПКА после стентирования; *д* – коронарография ЛКА (билатеральное введение контрастного вещества) и соответствующие ВСУЗИ-изображения, слева сверху область культы ПМЖВ ЛКА (на 12–15 ч по циферблату);

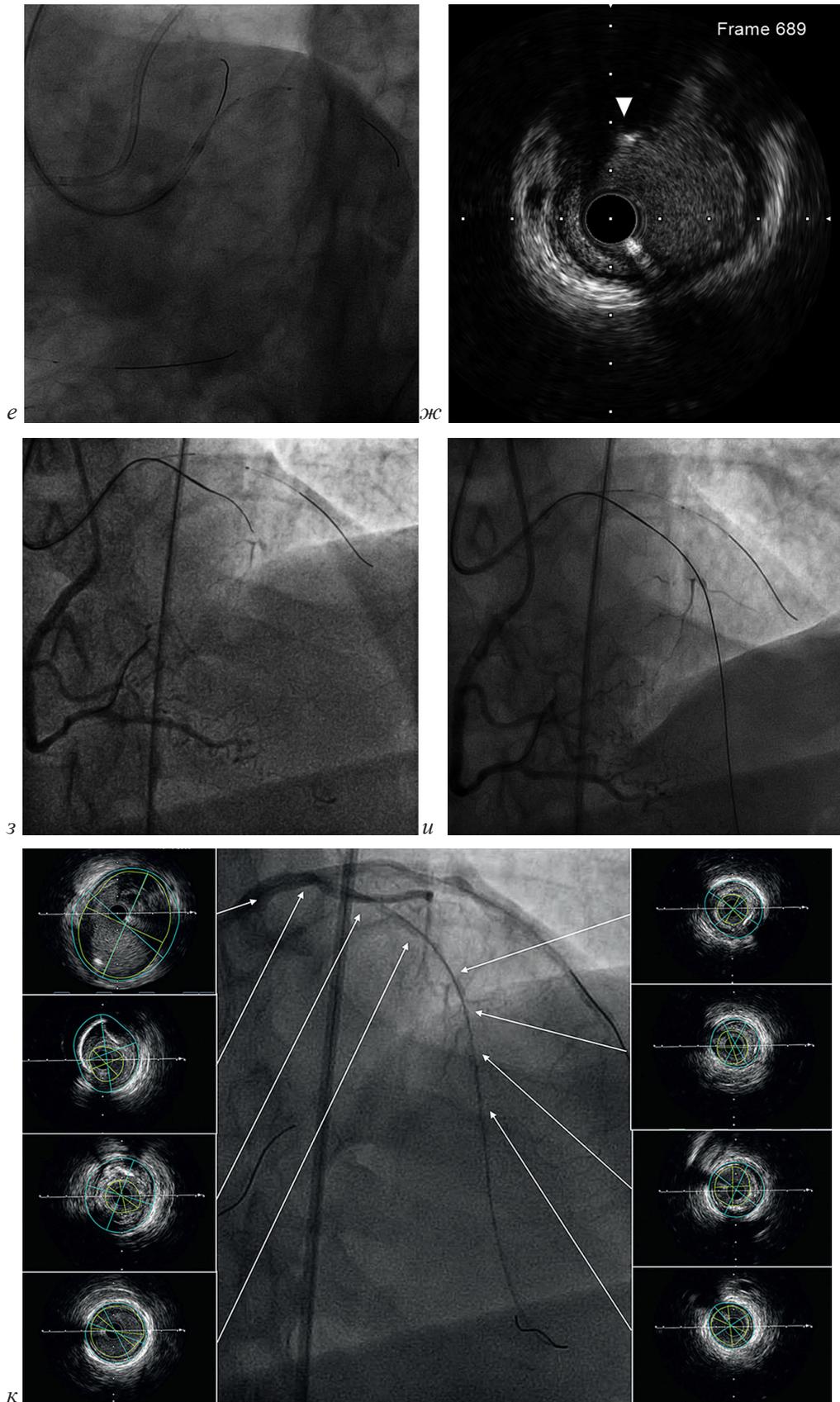


Рис. 1. Клинический случай 1. Продолжение:

е – проведение проводника за зону окклюзии; *ж* – ВСУЗИ-изображение, проводник в окклюзии отмечен треугольником; *з*, *и* – этапы реканализации; *и* – коронарный проводник в истинном просвете постокклюзионных отделов ПМЖВ ЛКА; *к* – коронарография ЛКА после преддилатации окклюзированного сегмента с соответствующими ВСУЗИ-изображениями;

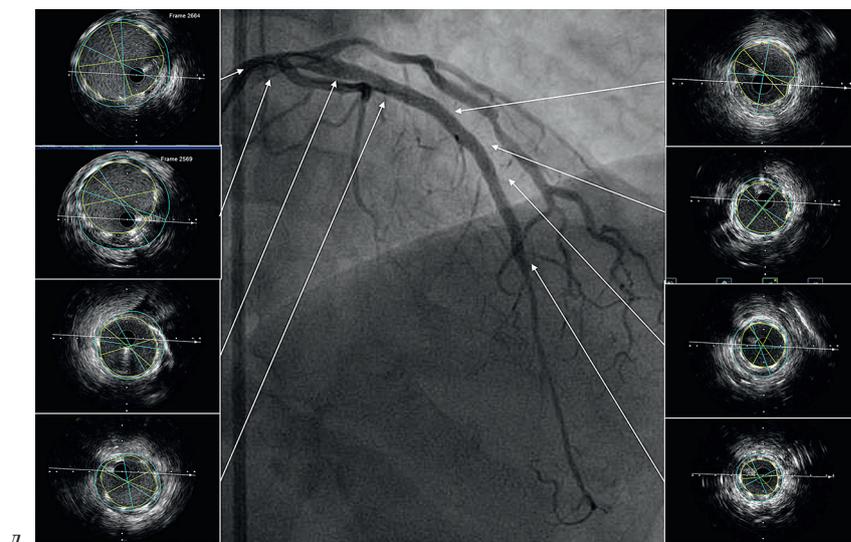


Рис. 1. Клинический случай 1. Окончание:

л – окончательный ангиографический результат и соответствующие ВСУЗИ-изображения

ВР верифицировано центральное проведение проводника через проксимальную покрышку окклюзии (рис. 1, е, ж).

Затем проводник Hornet10 был заменен на Gaia 2 и проведен в истинный просвет пост-окклюзионных отделов ПМЖВ ЛКА (рис. 1, з, и), после преддилатации баллонным катетером 2,0 мм проводник Gaia2 заменен на Sion Blue (Asahi, Япония), выполнено ВСУЗИ ВР ПМЖВ с выходом в ствол с определением качественных и количественных характеристик стенозирующего поражения (рис. 1, к). Проведено стентирование ствола и ПМЖВ ЛКА с имплантацией трех платиново-хромовых эверолимус-покрытых стентов, проксимальная оптимизация в стволе, постдилатация баллонными катетерами высокого давления соответствующих диаметров и постдилатация по методике «целующихся» баллонов ствола – ПМЖВ и ствола – ИА ЛКА. Достигнут хороший ангиографический результат, при ВСУЗИ ВР верифицирована оптимальная имплантация стентов в соответствии с критериями Европейского консенсуса по ВСУЗИ [6] (рис. 1, л). Вмешательство завершено, какие-либо осложнения на госпитальном этапе отсутствовали.

Клинический случай 2

Пациент, 66 лет, с клиникой стенокардии напряжения II ФК, ИМ в анамнезе (в 2015 г. выполнено стентирование ИА ЛКА как инфаркт-зависимой артерии, тогда же была выявлена окклюзия ПМЖВ. В 2020 г. перенес

стентирование ПКА как инфаркт-зависимой артерии). Имеет хроническую сердечную недостаточность II ФК по классификации NYHA со сниженной ФВ ЛЖ – по данным ЭхоКГ умеренная дилатация полостей, митральная недостаточность II степени, гипоакинезия заднебазального, среднезаднего, среднепереднего, перегородочного сегментов, акинез среднеперегородочного и перегородочно-верхушечного сегментов, акинез межжелудочковой перегородки, ФВ ЛЖ 38%. По результатам сцинтиграфии миокарда получены данные, подтверждающие наличие жизнеспособного миокарда в бассейне ПМЖВ ЛКА. По результатам коронарографии, выполненной по месту жительства, имеется стенозирующее поражение ПКА (первым этапом было выполнено стентирование), диффузное поражение ствола ЛКА, анатомический вариант трифуркации, ПМЖВ окклюзирована от устья без культы, постокклюзионные отделы заполняются по внутри- и межсистемным перетокам, устьевой стеноз ИА, далее ранее имплантированный стент без значимого рестенозирования, ОВ ЛКА небольшого диаметра, диффузно изменена (рис. 2, а, б). Правым трансрадиальным доступом выполнена катетеризация ЛКА коронарным проводниковым катетером EBU 4,0 7F (Medtronic, США), левым лучевым доступом – катетеризация ПКА коронарным проводниковым катетером JR 4,0 6F (Medtronic, США) (рис. 2, а, б). Проведено ВСУЗИ ВР (Opticross HD 60 мГц, система Polaris, Boston Scientific, США) с автоматической протяжкой

из ИА в ствол ЛКА, определены качественные и количественные характеристики стенозирующего поражения, верифицирована область культы ПМЖВ ЛКА (рис. 2, *в*).

С использованием микрокатетера Corsair (Asahi, Япония) предпринята попытка антеградной реканализации с использованием проводников Gaia 3 (Asahi, Япония), Hornet10

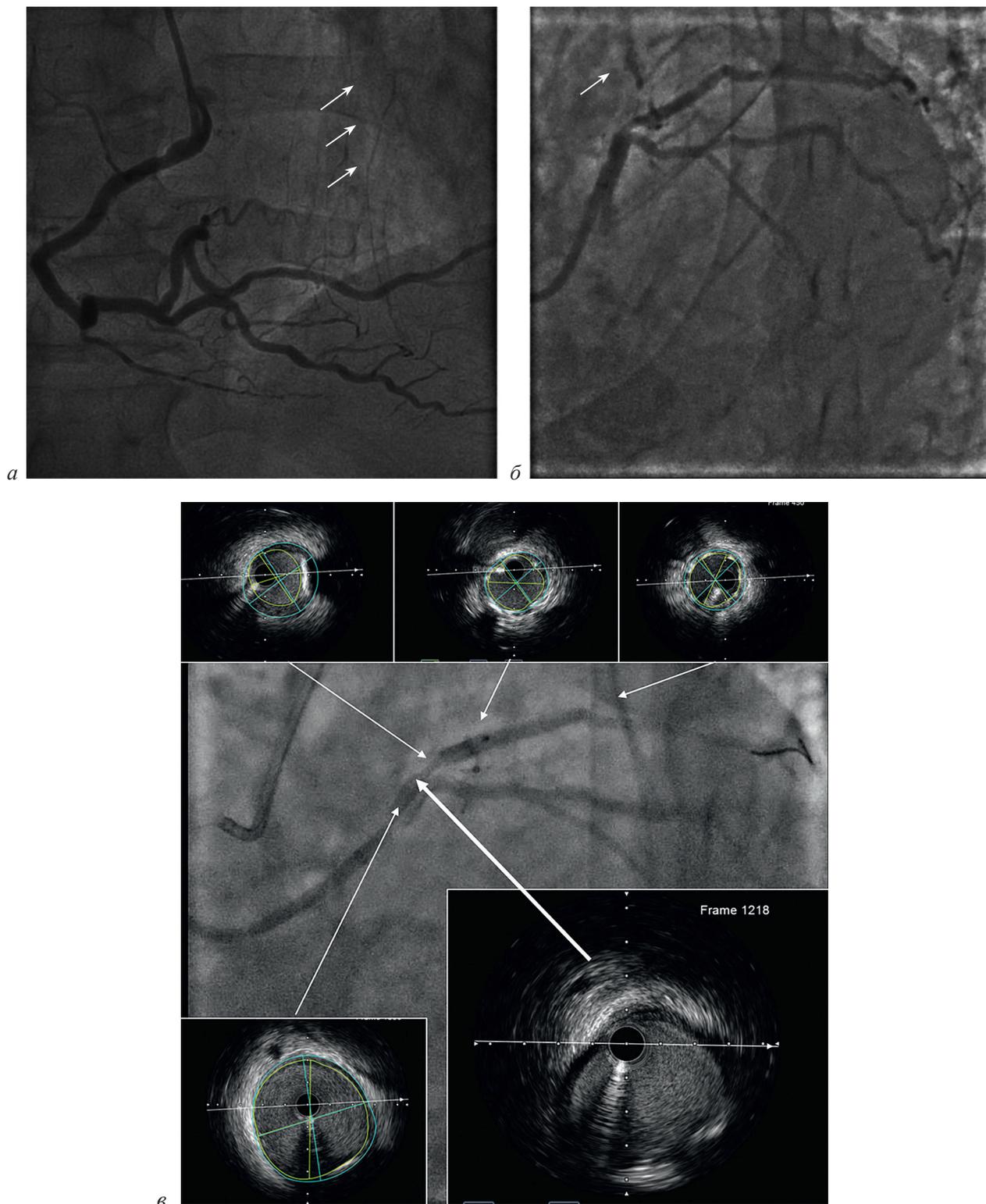


Рис. 2. Клинический случай 2:

а – коронарограммы ПКА, после стентирования; *б* – ЛКА; *а, б* – постокклюзионные отделы ПМЖВ ЛКА указаны стрелками; *в* – коронарограмма ЛКА и соответствующие изображения ВСУЗИ ВР, справа внизу идентифицированная область культы ПМЖВ ЛКА (на 9–12 ч по циферблату);

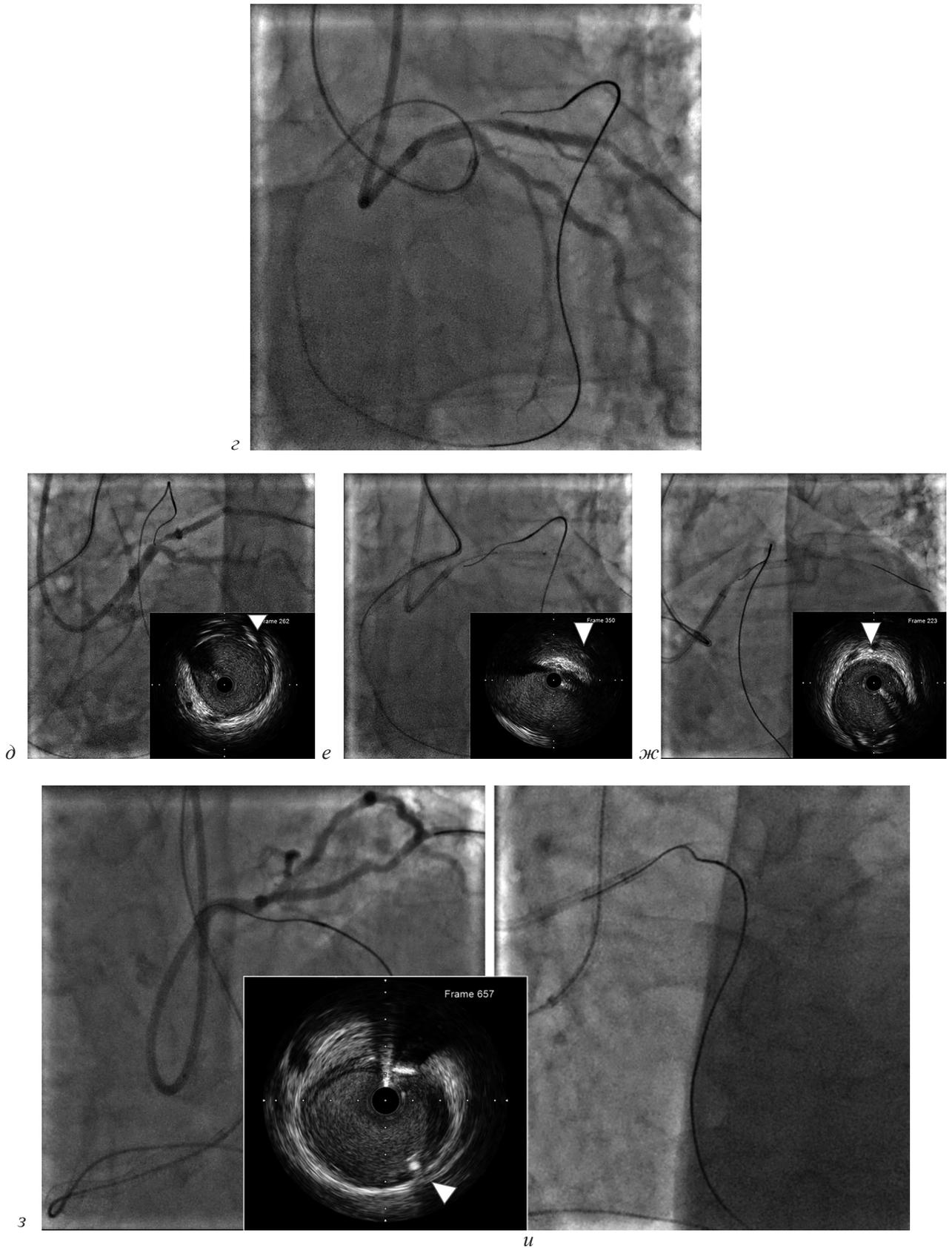


Рис. 2. Клинический случай 2. Продолжение:

z – ретроградная реканализация окклюзированной ПМЖВ; *d–ж* – субинтимальное проведение проводника по данным коронарографии и по результатам ВСУЗИ (проводник в субинтимальном пространстве отмечен треугольником); *ж* – наиболее близко к проксимальной покрышке окклюзии; *з* – коронарный проводник в истинном просвете ствола ЛКА (отмечен треугольником); *u* – коронарный проводник проведен в ретроградном направлении в проводниковый катетер;

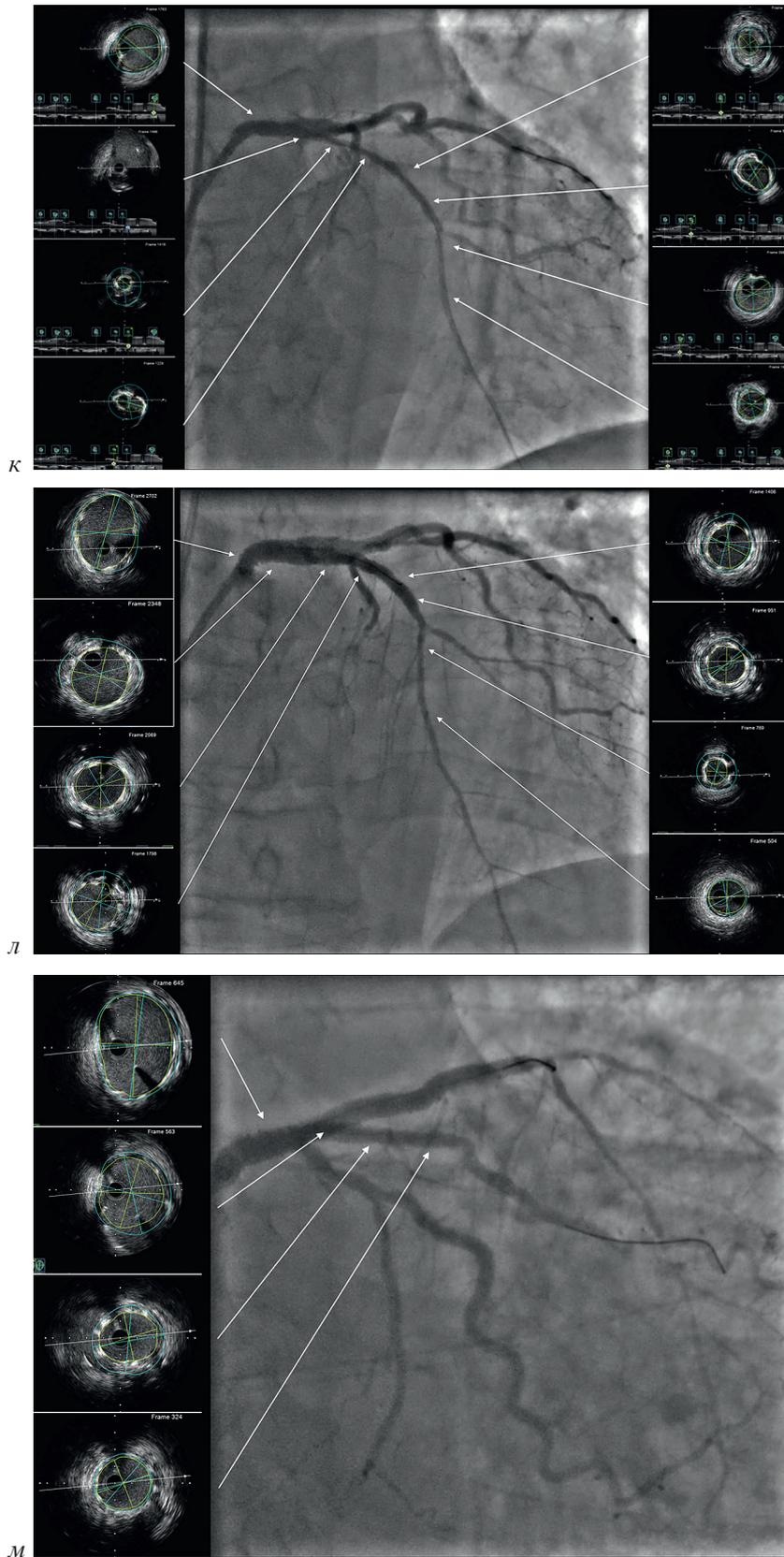


Рис. 2. Клинический случай 2. Окончание:

к – коронарография ЛКА после преддилатации окклюзированного сегмента и соответствующие ВСУЗИ-изображения; л – результат после бифуркационного стентирования ствола, протяжка датчика ВСУЗИ из ПМЖВ в ствол и соответствующие ВСУЗИ-изображения; м – результат после бифуркационного стентирования ствола, протяжка датчика ВСУЗИ из ИА в ствол и соответствующие ВСУЗИ-изображения

и Hornet14 (Boston Scientific, США), однако провести проводник за область окклюзии не представилось возможным. Осуществлена конверсия в ретроградный подход, проводник Fielder-XTR и микрокатетер Corsair (Asahi, Япония) проведены в ретроградном направлении до уровня постокклюзионных отделов ПМЖВ ЛКА (рис. 2, з), предпринята попытка ретроградной реканализации окклюзии с использованием проводника Gaia2 (Asahi, Япония), однако при коронарографии и по данным ВСУЗИ ВР верифицировано субинтимальное расположение коронарного проводника в проекции ствола ЛКА (рис. 2, д–ж). После ряда попыток под контролем ВСУЗИ проводник проведен через проксимальную крышку (рис. 2, ж) в истинный просвет ствола ЛКА, что также было верифицировано по данным ВСУЗИ ВР (рис. 2, з), затем проведен в проводниковый катетер (рис. 2, и).

Коронарный проводник «фиксирован» в проводниковом катетере путем раздувания в нем баллонного катетера диаметром 2,5 мм, в проводниковый катетер направлен ретроградный микрокатетер, в него в антеградном направлении проведен коронарный проводник PT2 LS (Boston Scientific, США). После извлечения микрокатетера проводник позиционирован в истинный просвет постокклюзионных отделов ПМЖВ ЛКА, после преддилатации выполнено ВСУЗИ ВР ПМЖВ с выходом в ствол с определением качественных и количественных характеристик стенозирующего поражения (рис. 2, к). С учетом исходного устьевого поражения ИА было выполнено бифуркационное стентирование ствола – ИА и ствола ПМЖВ по методике «DK-crush» с имплантацией трех платиново-хромовых эверолимус-покрытых стентов. Достигнут хороший ангиографический результат, при контрольном ВСУЗИ верифицирована оптимальная имплантация стентов в соответствии с критериями Европейского консенсуса [6] (рис. 2, л, м).

Вмешательство было завершено, в дальнейшем пациент прошел неосложненный послеоперационный период и был выписан на 2-е сутки после ЧКВ.

Клинический случай 3

Пациент, 58 лет, с клиникой стенокардии III ФК, в 2018 г. на фоне ИМ передней локализации перенес стентирование средней

трети ПМЖВ ЛКА. В августе 2023 г. отмечен повторный ИМ передней локализации, инвазивное лечение не проводилось, хроническая сердечная недостаточность II ФК по классификации NYHA с сохраненной фракцией выброса – по данным эхокардиографии полости сердца не расширены, клапанной патологии не выявлено, гипокинезия базального переднего сегмента ЛЖ, ФВ ЛЖ 56%. По результатам коронарографии, выполненной по месту жительства (декабрь 2023 г.), ПКА без значимого стенозирования, умеренный стеноз ствола ЛКА в терминальном отделе, анатомический вариант его trifurкации, ПМЖВ окклюзирована от устья без культы, постокклюзионные отделы, в том числе в начальном отделе ранее имплантированного стента, заполняются по внутри- и межсистемным перетокам, умеренное поражение ИА, далее ранее имплантированный стент без значимого рестенозирования, ОВ ЛКА диффузно изменена без значимого стенозирования (рис. 3, а, б). Правым трансрадиальным доступом выполнена катетеризация ЛКА коронарным проводниковым катетером EBU 3,75 6F (Medtronic, США), осуществлена катетеризация ПКА левым лучевым доступом коронарным проводниковым катетером JR 4,0 6F (Medtronic, США) (см. рис. 3, а). Выполнено ВСУЗИ ВР (Opticross HD 60 мГц, система Polaris, Boston Scientific, США) с автоматической протяжкой из ИА в ствол ЛКА, определены качественные и количественные характеристики стенозирующего поражения, верифицирована область культы ПМЖВ ЛКА (рис. 3, в). Коронарным проводником Hornet10 (Boston Scientific, США) выполнена антеградная реканализация под контролем ВСУЗИ (рис. 3, з), коронарный проводник направлен в истинный просвет постокклюзионных отделов – вначале в пределах ранее имплантированного стента, затем в дистальной трети ПМЖВ ЛКА. После преддилатации коронарный проводник Hornet10 заменен на Sion Blue (Asahi, Япония), выполнено ВСУЗИ ПМЖВ с выходом в ствол, определены качественные и количественные характеристики стенозирующего поражения (рис. 3, д). Проведены стентирование ствола и ПМЖВ ЛКА с имплантацией трех платиново-хромовых эверолимус-покрытых стентов, проксимальная оптимизация стента в области ствола, постдилатация стентированного участка баллонными кате-

терами требуемых диаметров (определенных на основании данных ВСУЗИ), постдилатация по методике «целующихся» баллонов ствол–ПМЖВ и ствол–ИА ЛКА. Достигнут хороший ангиографический результат (рис. 3, *е, ж*), после проведения контрольного ВСУЗИ подтверждена оптимальная имплантация стентов (рис. 3, *е*).

Вмешательство завершено, какие-либо осложнения на госпитальном этапе отсутствовали, пациент был выписан из стационара на 2-е сутки после выполнения ЧКВ.

Обсуждение

В настоящее время опубликованы результаты большого числа исследований, посвященных сравнению результатов ЧКВ, выполненных с применением внутрисосудистых методов визуализации (ВСУЗИ или оптическая когерентная томография – ОКТ) или под ангиографическим контролем, убедительно показавших преимущества использования дополнительных методов визуализации. В проспективное многоцентровое исследование,

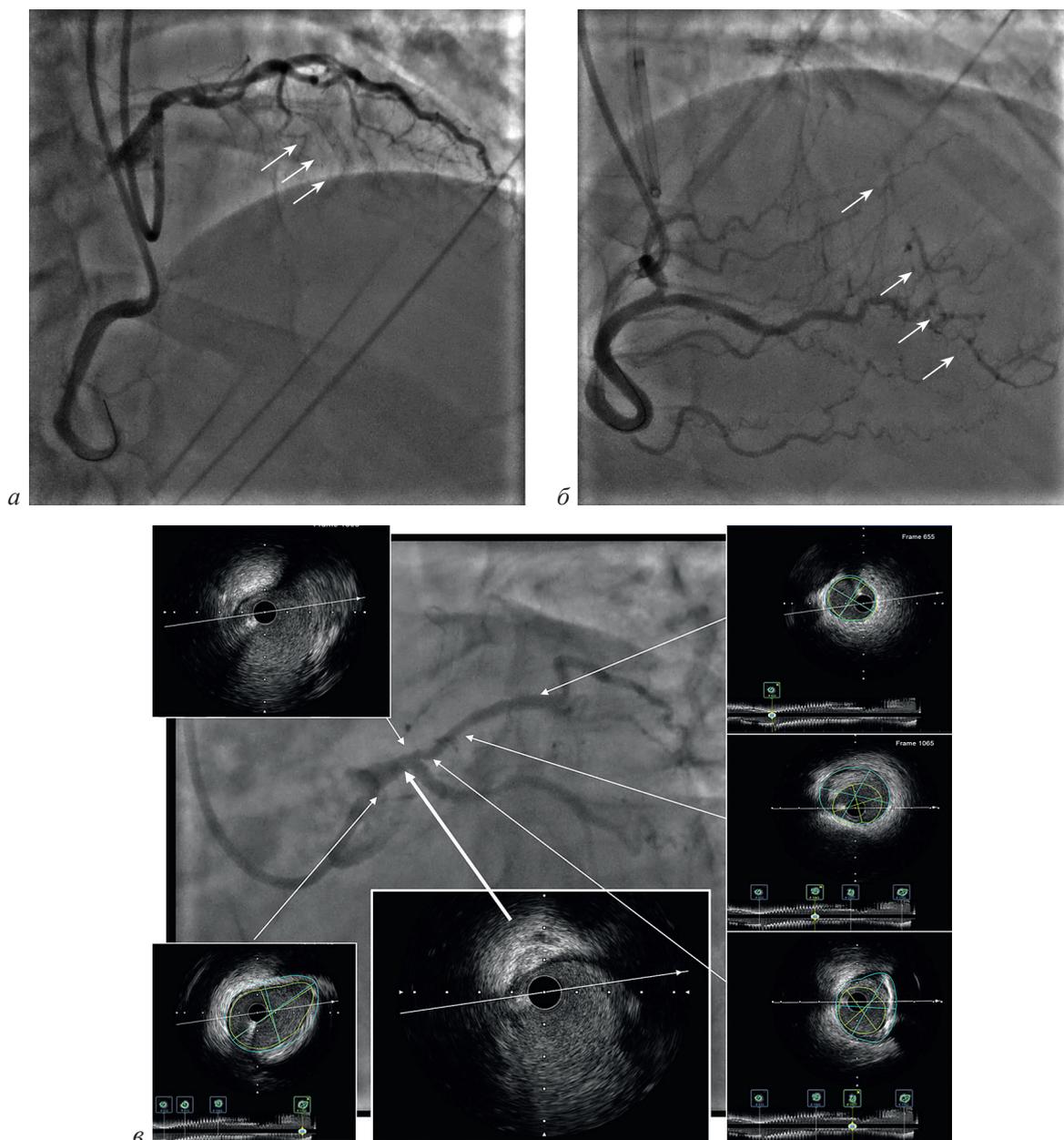


Рис. 3. Клинический случай 3:

а, б – билатеральная инъекция контрастного вещества в ЛКА и ПКА, визуализируются постокклюзионные отделы ПМЖВ (отмечены стрелками); *в* – коронарография ЛКА – окклюзия ПМЖВ без культы, культа верифицирована по данным ВСУЗИ (слева сверху);

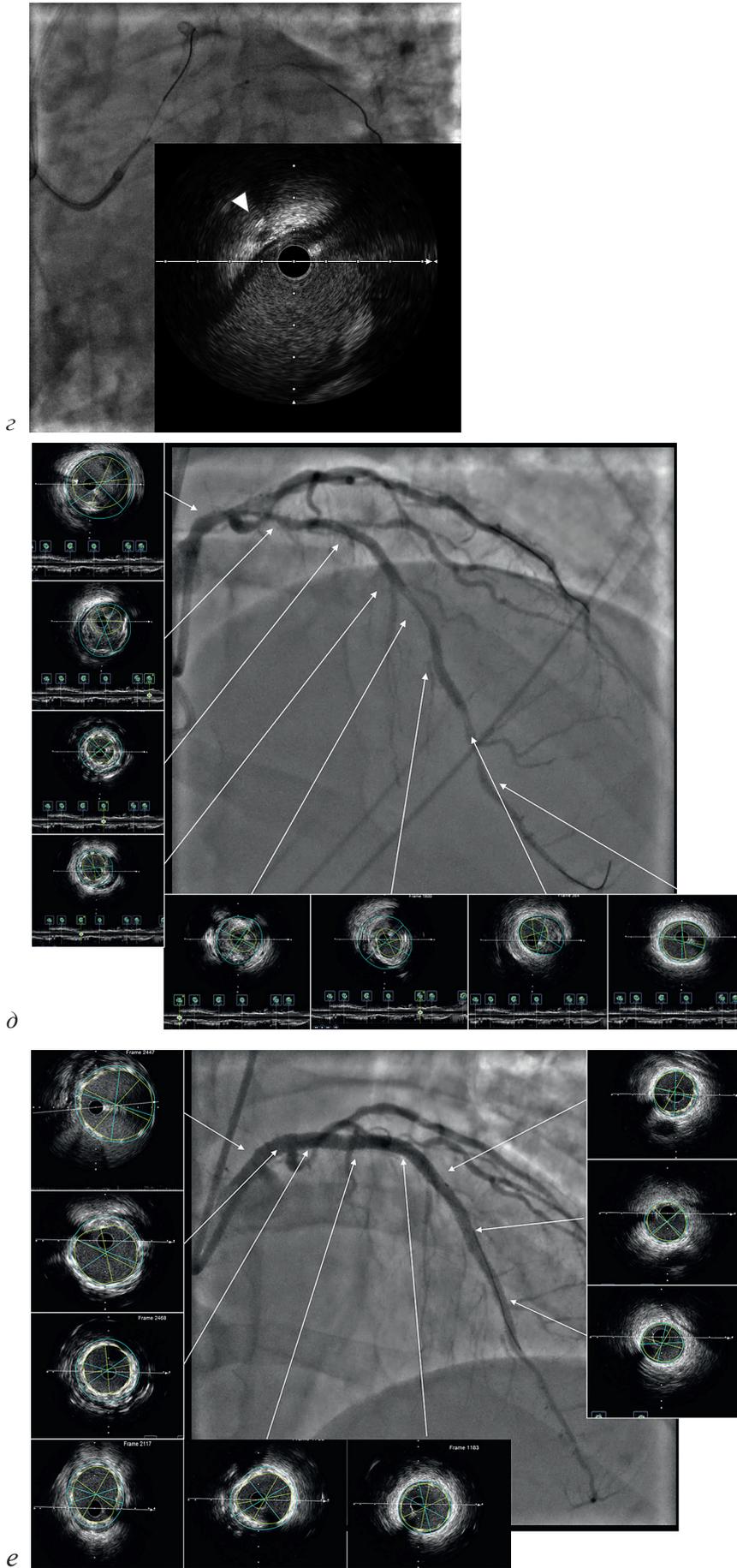


Рис. 3. Клинический случай 3. Продолжение:

z – антеградная реканализация ПМЖВ ЛКА, по результатам ВСУЗИ верифицировано центральное проведение проводника через проксимальную покрышку окклюзии (указано треугольником); d – коронарография ЛКА после предилатации ПМЖВ ЛКА (окклюзированного сегмента) и соответствующие ВСУЗИ-изображения; e – окончательный результат, ангиограмма и соответствующие ВСУЗИ-изображения;

жс



Рис. 3. Клинический случай 3. Окончание:

жс – окончательный результат, ангиограмма (вторая проекция)

посвященное сравнению результатов ЧКВ при комплексных формах поражения (в том числе и при ХТО) с использованием или без использования внутрисосудистой визуализации, было включено 1639 пациентов, у 1092 из которых вмешательства выполнялись с применением ВСУЗИ или ОКТ, а у 547 на основании ангиографических данных [7]. Через 2,1 года наблюдения (в среднем) частота первичной конечной точки – комбинированный показатель кардиальной летальности, ИМ в бассейне целевой артерии, повторная реваскуляризация целевой артерии – была значительно ниже в группе внутрисосудистой визуализации – 7,7% по сравнению с 12,3% (отношение рисков (ОР) 0,64, 95% доверительный интервал (ДИ) 0,45–0,89, $p=0,008$), частота кардиальной летальности составила 1,7 и 3,8% (ОР 0,47, 95% ДИ 0,24–0,93), частота ИМ в бассейне целевой артерии – 3,7 и 5,6% (ОР 0,74, 95% ДИ 0,45–1,22), а частота повторной реваскуляризации целевой артерии – 3,4 и 5,5% (ОР 0,69, 95% ДИ 0,40–1,18) соответственно [7]. У пациентов с ХТО частота комбинированного показателя составила 5,0% в группе вмешательств с визуализацией ($n=220$) по сравнению с 14,0% в группе ангиографического контроля ($n=99$) (ОР 0,30, 95% ДИ 0,13–0,71) [7]. В обновленном метаанализе были суммированы результаты 22 исследований (15964 пациента), в которых также проводилось сравнение результатов ЧКВ с внутрисосудистой визуализацией или под ангиографическим контролем, срок изучения отдаленных результатов составил в среднем 24,7 мес [8]. Исследование показало безусловные преимущества внутрисосудистой визуализации по показателям частоты неудачи в отношении

целевой артерии (ОР 0,71, 95% ДИ 0,63–0,80, $p<0,0001$), частоты кардиальной летальности (ОР 0,55, 95% ДИ 0,41–0,75, $p=0,0001$), частоты инфаркта в бассейне целевой артерии (ОР 0,82, 95% ДИ 0,68–0,98, $p=0,0030$) и частоты повторной реваскуляризации целевой артерии (ОР 0,72, 95% ДИ 0,60–0,86, $p=0,0002$), причем результаты ЧКВ с ВСУЗИ или ОКТ-контролем были абсолютно сопоставимы [8].

При выполнении вмешательств у больных с ХТО ВСУЗИ ранее обычно использовалось после выполнения реканализации для оценки варианта проведения проводника (интралюминально или субинтимально), в том числе для исключения имплантации стента в ложный просвет, оценки морфологии окклюзирующего поражения, в том числе наличия и выраженности кальциноза, определения проксимального и дистального участков для имплантации стента (landing zone, «посадочная» зона), оценки вероятности успешного последующего ремоделирования постокклюзионных отделов [4, 5]. С помощью ВСУЗИ определяются проксимальный и дистальный диаметры имплантированных стентов, протяженность стентированного участка (за счет автоматизированной протяжки датчика), большое значение имеет оценка адекватности имплантации стента, при необходимости решается вопрос об оптимизации и оцениваются ее результаты [4, 5]. Все это, как было показано выше, улучшает отдаленные результаты ЧКВ с имплантацией стентов с лекарственным покрытием у больных с комплексными окклюзирующими формами поражения коронарных артерий [1, 2, 4, 5]. В настоящее время методы внутрисосудистой

визуализации, в частности ВСУЗИ, играют важнейшую роль и в увеличении частоты непосредственного успеха процедур реканализации ХТО, особенно при самых сложных вариантах – с неопределенной культей [1–5]. ВСУЗИ позволяет точно идентифицировать зону окклюзии, а также мониторировать положение коронарного проводника по отношению к ней как при антеградной, так и при ретроградной реканализации, что отражено в современных алгоритмах реканализации [1–5]. В случае устьевой окклюзии ПМЖВ ЛКА без культы (blunt stump) или с неопределенной ее морфологией, особенно при варианте деления ствола ЛКА по типу трифуркации, это имеет решающее значение – при неправильно выбранной точке пенетрации (антеградной или ретроградной) возможно субинтимальное проведение коронарного проводника, которое может осложниться развитием выраженной диссекции, требующей сложного бифуркационного варианта стентирования с созданием «новой» бифуркации или трифуркации (которое потенциально может ассоциироваться с менее благоприятными отдаленными результатами), а в самом неблагоприятном варианте может привести к окклюзии ИА и ОВ, что может стать причиной серьезных осложнений [1, 2]. Показать важность использования ВСУЗИ в случаях с неясной морфологией культы ПМЖВ можно на примере реканализации под ангиографическим контролем ее устьевой окклюзии, когда изначально за окклюзированный сосуд была принята (ошибочно) ИА. Это было верифицировано лишь при ретроградной реканализации – проводник вышел в ствол ЛКА проксимальнее отхождения ИА, только благодаря этому удалось избежать осложнений и выполнить успешное бифуркационное стентирование ствола ЛКА (рис. 4).

Представленный на рисунке 4 клинический пример наглядно иллюстрирует риск выполнения «слепой», без использования внутрисосудистой визуализации, реканализации окклюзированной ПМЖВ ЛКА при комплексной анатомии культы и сложном, трифуркационном варианте деления ствола ЛКА. В трех представленных клинических наблюдениях выполнялось ВСУЗИ ВР с использованием датчиков Opticross HD с частотой 60 МГц (система Polaris, Boston Scientific, США). Разрешение при использовании

данного инструментария составляет менее 40 мкм, тогда как разрешение обычного ВСУЗИ – порядка 80–100 мкм, что позволило точно идентифицировать коронарный проводник и его отношение к зоне окклюзии, истинному просвету артерии. Потенциальным ограничением использования ВСУЗИ может быть выраженный кальциноз проксимальной покрышки и окклюзированного сегмента, затрудняющий визуализацию коронарного проводника [4, 5]. Также необходима наработка практического опыта, позволяющего осуществлять манипуляции коронарным проводником как при флюороскопии, так и под ВСУЗИ-контролем. В нашей стране число ЧКВ при ХТО, выполняемых в год, непрерывно возрастает – так, в 2022 г. частота выполнения вмешательств при данной форме поражения составила 5,9%, или 17 547 случаев, годом ранее – 5,7%, или 14 825, а в 2020 г. – 5,6%, или 12 844 случая [9]. Частота успеха процедур реканализации ХТО в 2022 г. оставалась примерно на уровне предыдущих лет и составила 80,8% (годом ранее – 82,1%, в 2020 г. – 82,2%) [9]. В 2022 г. ВСУЗИ при проведении ЧКВ выполнялись в 6204 (2,1%) случаях (в 2021 г. – в 1826 (0,7%) случаях, а в 2020 г. этот показатель составлял 1401 (0,6%) случай, несмотря на увеличение числа ВСУЗИ в 3,4 раза в абсолютном выражении, доля 2,1% с учетом действующих рекомендаций явно недостаточна и не соответствует оптимальному уровню [9]. Задача, сформулированная Российским научным обществом специалистов по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению, – увеличение в течение 3–5 лет частоты применения внутрисосудистых методов визуализации при ЧКВ как минимум до 30% [9]. Это позволит рассчитывать как на улучшение отдаленных результатов стентирования после успешной реканализации ХТО, так и на повышение частоты непосредственного успеха процедур при наиболее комплексных формах поражения, аналогичных представленным выше клиническим наблюдениям. В настоящее время очевидно, что выполнение ЧКВ при ХТО с комплексной анатомией при неясной или отсутствующей культе, особенно при устьевой окклюзии ПМЖВ ЛКА, требующей стентирования ствола ЛКА, недопустимо без использования внутрисосудистой визуализации, в частности ВСУЗИ.

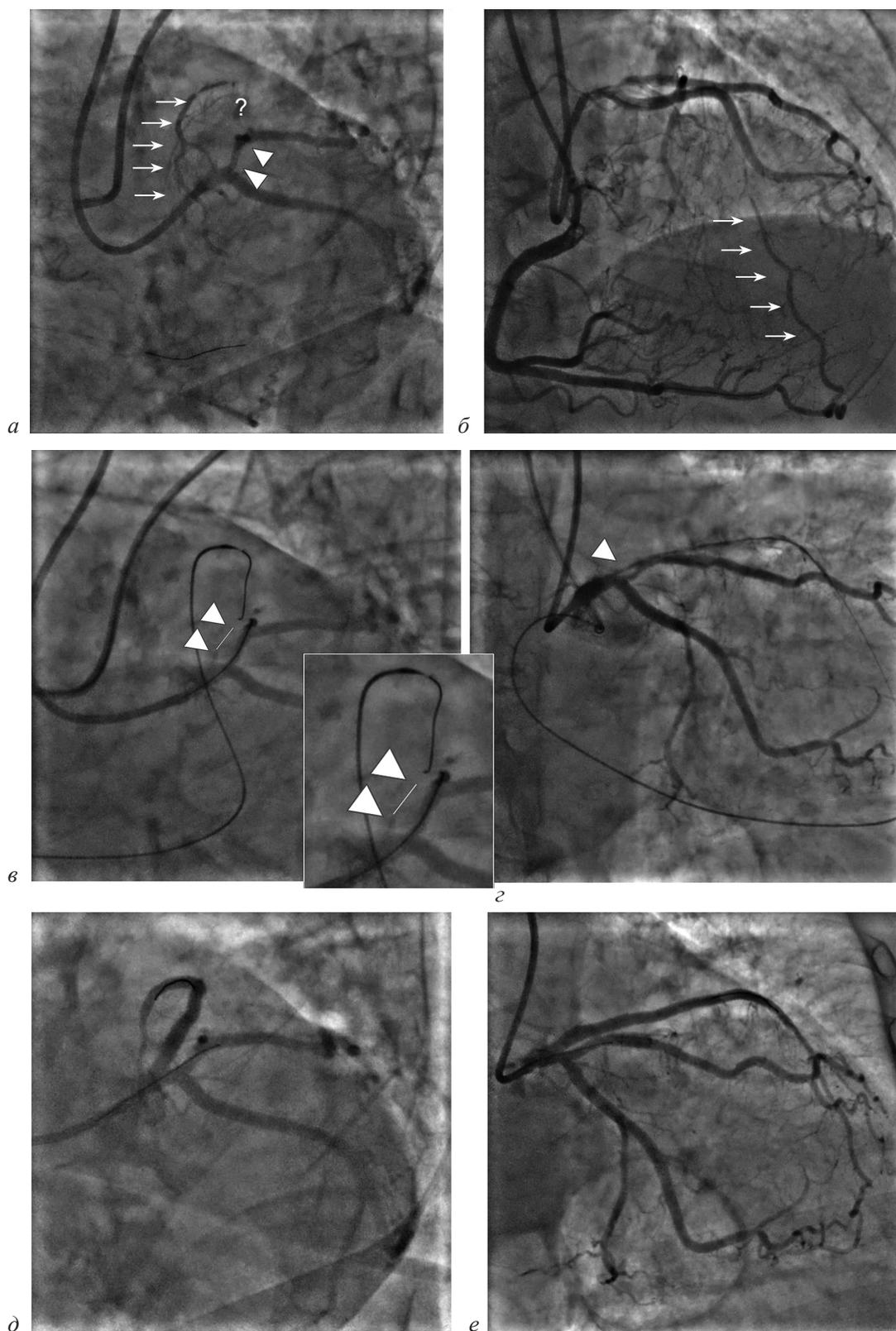


Рис. 4. Клинический пример реканализации без использования ВСУЗИ:

а, б – исходные коронарограммы пациентки 79 лет с окклюзией ПМЖВ, как было изначально расценено, в средней трети, после отхождения диагональной ветви (треугольники – предполагаемый проксимальный сегмент ПМЖВ, знак вопроса – культя ПМЖВ, стрелки указывают на постокклюзионные отделы ПМЖВ); *в, г* – комбинированная антероретроградная реканализация – ретроградный проводник проведен через истинный просвет окклюзии проксимального сегмента ПМЖВ ЛКА (отмечен треугольниками и линией); *д, е* – окончательный результат после реканализации ХТО ПМЖВ и бифуркационного стентирования ствола ЛКА

Заключение

Применение ВСУЗИ при эндоваскулярном лечении ХТО со сложной морфологией, при неясной культе или при ее отсутствии (blunt stump), в случаях устьевого окклюзии ПМЖВ ЛКА и трифуркации ствола ЛКА позволяет точно определять область проксимальной покрышки окклюзии, установить положение коронарного проводника в режиме реального времени как при антеградной, так и при ретроградной реканализации. Это повышает вероятность успеха процедуры, снижает риск осложнений непосредственно после операции, а также позволяет рассчитывать на улучшение отдаленных результатов после успешной реканализации.

Литература/References

- Galassi A.R., Werner G.S., Boukhris M., Azzalini L., Mashayekhi K., Carlino M. et al. Percutaneous recanalisation of chronic total occlusions: 2019 consensus document from the EuroCTO Club. *EuroIntervention*. 2019; 15 (2): 198–208. DOI: 10.4244/EIJ-D-18-00826
- Di Mario C., Mashayekhi K.A., Garbo R., Pyxaras S.A., Ciardetti N., Werner G.S. Recanalisation of coronary chronic total occlusions. *EuroIntervention* 2022; 18 (7): 535–561. DOI: 10.4244/EIJ-D-21-01117
- Wu E.B., Brilakis E.S., Mashayekhi K., Tsuchikane E., Alaswad K., Araya M. et al. Global chronic total occlusion crossing algorithm. JACC state-of-the-art review. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2021; 78 (8): 840–853. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.05.055
- Mintz G.S., Matsumura M., Ali Z., Maehara A. Clinical utility of intravascular imaging. Past, present, and future. *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2022; 15 (10): 1799–1820. DOI: 10.1016/j.jcmg.2022.04.026
- Xenogiannis I., Pavlidis A.N., Kaier T.E., Rigopoulos A.G., Karamasis G.V., Triantafyllis A.S. et al. The role of intravascular imaging in chronic total occlusion percutaneous coronary intervention. *Front. Cardiovasc. Med.* 2023; 10: 1199067. DOI: 10.3389/fcvm.2023.1199067
- Räber L., Mintz G.S., Koskinas K.C., Johnson T.W., Holm N.R., Onuma Y. et al. Clinical use of intracoronary imaging. Part 1: guidance and optimization of coronary interventions. An expert consensus document of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions. *EuroIntervention*. 2018; 14 (6): 656–677. DOI: 10.4244/EIJY18M06_01
- Lee J.M., Choi K.H., Song Y.B., Lee J.Y., Lee S.J., Lee S.Y. et al. Intravascular imaging-guided or angiography-guided complex PCI. *N. Engl. J. Med.* 2023; 388 (18): 1668–1679. DOI: 10.1056/NEJMoa2216607
- Stone G.W., Christiansen E.H., Ali Z.A., Andreasen L.N., Akiko M., Ahmad Y. et al. Intravascular imaging-guided coronary drug-eluting stent implantation: an updated network meta-analysis. *Lancet*. 2024; 403 (10429): 824–837. DOI: 10.1016/S0140-6736(23)02454-6
- Алекян Б.Г., Григорьян А.М., Стаферов А.В., Карапетян Н.Г. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации – 2022 год. *Эндоваскулярная хирургия*. 2023; 10 (Специальный выпуск): S5–S256. DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10S-S5-S256
- Alekyan B.G., Grigoryan A.M., Staferov A.V., Karapetyan N.G. Endovascular diagnostics and treatment in the Russian Federation (2022). *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2023; 10 (Special Issue): S5–S256 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10S-S5-S256

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.132.2-089.819.5-036.8

Успешное чрескожное коронарное вмешательство у пациента с ятрогенной аортокоронарной диссекцией ствола левой коронарной артерии

А.И. Богров[✉], С.В. Майнгарт, А.А. Гречишкин, А.Н. Федорченко, В.А. Порханов

ГБУЗ «Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. профессора С.В. Очаповского» Минздрава Краснодарского края, Краснодар, Российская Федерация

✉ **Богров Андрей Игоревич**, врач отделения; orcid.org/0000-0002-5322-1291,
e-mail: bogrovandrey@yandex.ru

Майнгарт Сергей Владимирович, врач отделения, ассистент кафедры; orcid.org/0000-0002-6749-5197

Гречишкин Андрей Анатольевич, врач отделения; orcid.org/0000-0003-1389-8414

Федорченко Алексей Николаевич, д-р мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0001-5589-2040

Порханов Владимир Алексеевич, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, главный врач;
orcid.org/0000-0003-0572-1395

Резюме

Ятрогенная диссекция ствола левой коронарной артерии, возникающая во время проведения коронарографии, является тяжелым осложнением, в большинстве случаев приводящим к жизнеугрожающим последствиям для пациента. Развитие данного осложнения требует от хирурга, проводящего исследование, немедленного принятия решения о выборе метода и тактики ревазуляризации миокарда. В данной статье представлен клинический случай успешного эндоваскулярного лечения ятрогенной антероретроградной аортокоронарной диссекции ствола левой коронарной артерии, возникшей во время проведения плановой коронарографии у пациента с многососудистым поражением коронарных артерий, который ранее перенес чрескожное коронарное вмешательство с имплантацией стентов с лекарственным покрытием и биодegradуемого каркаса. Описано эффективное комбинированное внутриартериальное и внутривенное применение блокаторов гликопротеиновых IIb/IIIa рецепторов тромбоцитов при лечении острого интраоперационного тромбоза стентов, ставшего причиной развития кардиогенного шока, остановки кровообращения и начала реанимационных мероприятий.

Ключевые слова: чрескожное коронарное вмешательство, ятрогенная диссекция, тромбоз стентов, кардиогенный шок, полная ревазуляризация миокарда, блокаторы гликопротеиновых IIb/IIIa рецепторов тромбоцитов

Для цитирования: Богров А.И., Майнгарт С.В., Гречишкин А.А., Федорченко А.Н., Порханов В.А. Успешное чрескожное коронарное вмешательство у пациента с ятрогенной аортокоронарной диссекцией ствола левой коронарной артерии. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (1): 119–127. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-119-127

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 15.01.2024
Принята к печати 31.01.2024

Successful percutaneous coronary intervention of the patient with iatrogenic aorto-coronary dissection of the left coronary artery

A.I. Bogrov[✉], S.V. Mayngart, A.A. Grechishkin, A.N. Fedorchenko, V.A. Porkhanov

Research Institute – Regional Clinical Hospital № 1 named after Professor S.V. Ochapovsky, Krasnodar, Russian Federation

✉ **Andrey I. Bogrov**, Physician; orcid.org/0000-0002-5322-1291, e-mail: bogrovandrey@yandex.ru

Sergey V. Mayngart, Physician, Assistant of Chair; orcid.org/0000-0002-6749-5197

Andrey A. Grechishkin, Physician; orcid.org/0000-0003-1389-8414

Aleksey N. Fedorchenko, Dr. Med. Sci., Head of Department; orcid.org/0000-0001-5589-2040

Vladimir A. Porkhanov, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of RAS, Chief Physician;
orcid.org/0000-0003-0572-1395

Abstract

Iatrogenic dissection of the left main coronary artery during coronary angiography is a serious complication, entailing catastrophic consequences for the patient. Endovascular surgeon had to make an immediate decision of a method and tactics for myocardial revascularization during the development of the complication. This article presents a clinical case of a successful endovascular treatment of iatrogenic antero-retrograde aorto-coronary dissection of the left main coronary artery, which occurred during routine coronary angiography in a patient with a multivessel coronary artery disease, who had previously undergone percutaneous coronary intervention with implantation of stents and bioresorbable vascular stents. Also, the effective combined intraarterial and intravenous use of blockers of glycoprotein IIb/IIIa platelet receptors was demonstrated in the treatment of acute intraoperative stent thrombosis, which caused the development of cardiogenic shock, circulatory arrest and the start of resuscitation measures.

Keywords: percutaneous coronary intervention, iatrogenic dissection, stent thrombosis, cardiogenic shock, complete myocardial revascularization, blockers of glycoprotein IIb/IIIa platelet receptors

For citation: Bogrov A.I., Mayngart S.V., Grechishkin A.A., Fedorchenko A.N., Porkhanov V.A. Successful percutaneous coronary intervention of the patient with iatrogenic aorto-coronary dissection of the left coronary artery. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (1): 119–127 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-119-127

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

Received January 15, 2024

Accepted January 31, 2024

Введение

Ятрогенная диссекция ствола левой коронарной артерии является редким, но грозным осложнением интервенционных вмешательств с частотой встречаемости менее 0,1%. Основной причиной ее возникновения служит механическое повреждение атеросклеротической бляшки и/или интимы сосуда во время катетеризации, заведения коронарного проводника, баллонной ангиопластики или стентирования [1]. В эпоху баллонной ангиопластики Национальный институт сердца легких и крови (The National Heart, Lung and Blood Institute, NHLBI), США разработал классификацию диссекций коронарных артерий, возникающих во время ангиопластики, которая с тех пор была принята для характеристики ятрогенных расслоений. Выделяют шесть типов диссекций коронарных артерий:

1) тип А предполагает нечеткость контуров коронарной артерии при протекании по ней контрастного вещества без задержки в стенке сосуда;

2) тип В характеризуется формированием ангиографической картины двойного просвета внутри артерии;

3) тип С сопровождается задержкой контрастного вещества в стенке коронарной артерии;

4) тип D представляет собой спиральный дефект заполнения коронарной артерии;

5) тип E сопровождается формированием облаковидных дефектов наполнения;

6) тип F представляет собой окклюзию коронарной артерии [2].

Согласно данным J.H. Rogers et al. [3], расслоения типов А–С по NHLBI являются «благоприятными» и часто поддаются консервативному лечению, если они ангиографически стабильны в течение 5–10 мин. Коронарные диссекции типов D–F по NHLBI сопряжены со значительным риском острой окклюзии коронарной артерии и неблагоприятным исходом, поэтому в данной ситуации рекомендуется прибегнуть к выполнению немедленной реваскуляризации миокарда.

Длительное время единственным методом лечения ятрогенных диссекций было экстренное аортокоронарное шунтирование (АКШ). Однако многие пациенты умирали еще до того, как их успеют транспортировать в кардиохирургическую операционную [4]. Благодаря развитию эндоваскулярных методик реваскуляризации миокарда появился более эффективный и успешный метод лечения данного осложнения – чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ).

В представленном клиническом случае показан пример успешного эндоваскулярного лечения ятрогенной антероретроградной аортокоронарной диссекции ствола левой коронарной артерии (ЛКА), возникшей во время выполнения плановой коронароангиографии (КАГ) у пациента с многососудистым поражением коронарных артерий, который ранее перенес ЧКВ с имплантацией 3 стентов с лекарственным покрытием (DES) в переднюю нисходящую артерию (ПНА) и 1 биодигра-

дируемого каркаса в огибающую артерию (ОА). Течение интраоперационного периода осложнилось острым тромбозом стентов, ставшим причиной развития кардиогенного шока и остановки кровообращения. Показан положительный эффект от комбинированного внутриартериального и внутривенного применения блокаторов гликопротеиновых P₂/P₃ рецепторов тромбоцитов при лечении острого интраоперационного тромбоза стентов. Рассмотрены возможные причины и механизмы возникновения данных осложнений, а также обсуждена выбранная тактика лечения. Приведен обзор литературы по данной теме.

Описание случая

Пациент, 65 лет, был госпитализирован в «НИИ – Краевая клиническая больница № 1 им. профессора С.В. Очаповского» Краснодара для проведения плановой КАГ в 2023 г. При поступлении предъявлял жалобы на боли за грудиной давящего характера при ходьбе быстрым темпом в течение последнего года, купирующиеся в покое через 2 мин. Из анамнеза известно, что в 2014 г. больному в экстренном порядке выполнялось ЧКВ ПНА с имплантацией 3 стентов Xience V 3,0×18, 3,5×18 и 3,5×12 мм в проксимальный и средний отделы, а также ЧКВ ОА с имплантацией биорезорбируемого каркаса Absorb 3,0×18 мм в средний отдел. Согласно результатам тредмил-теста, у пациента выявлена стенокардия II функционального класса (ФК). На эхокардиографии (ЭхоКГ) фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) более 55%, с зонами умеренного гипокинеза передней стенки левого желудочка в среднем сегменте. По результатам обследования был установлен диагноз: ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения II ФК. ХСН I ст., I ФК по NYHA.

Для проведения КАГ выполнены пункция правой лучевой артерии и установка интродьюсера 5F. Многочисленные попытки селективной коаксиальной катетеризации ствола ЛКА с помощью катетера TIG 5F безуспешны. Выполнено «сгибание» диагностического катетера TIG 5F об синус Вальсальвы и некоаксиальная катетеризация ствола ЛКА под углом 90°. После первой инфузии контрастного препарата развилась аортокоронарная спиралевидная диссекция (тип D) ствола ЛКА и ПНА с переходом на левый коронарный синус Вальсальвы, а также окклюзирую-

щая диссекция (тип F) ОА в месте ранее имплантированного биорезорбируемого каркаса (рис. 1). В связи с наличием признаков острой ишемии миокарда (элевация сегмента ST), выраженным болевым синдромом, выявленной ятрогенной аортокоронарной диссекцией ствола ЛКА, ПНА, ОА было принято решение о выполнении немедленной реваскуляризации миокарда методом ЧКВ. Проводниковый катетер JL4-6F заведен в устье ЛКА. Внутривенно введено 7500 ЕД гепарина. Первый коронарный проводник 0,014” заведен через место диссекции ствола ЛКА и ПНА в дистальный отдел ПНА. После многочисленных попыток удалось завести второй коронарный проводник 0,014” через место окклюзирующей диссекции в среднем отделе ОА. Первым этапом выполнена дилатация ствола ЛКА баллонным катетером 3,5×20 мм (рис. 2). Следующим этапом проведена поочередная имплантация 2 стентов Xience Alpine 3,5×33 мм в средний и проксимальный отделы ОА, под устье, внахлест между собой, под давлением 12 атм. По первому проводнику в ПНА заведен стент Xience Alpine 4,0×15 мм, выполнена его имплантация в проксимальный отдел ПНА с переходом в ствол ЛКА, внахлест с ранее имплантированным стентом в проксимальном отделе ПНА, под давлением 12 атм. После

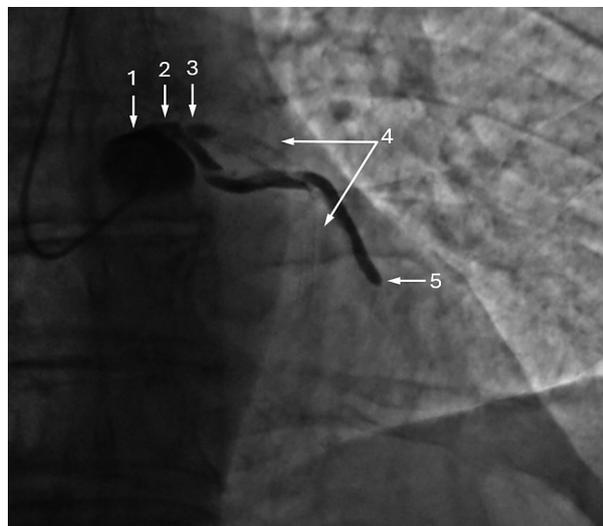


Рис. 1. Ангиограмма во время возникновения ятрогенной аортокоронарной диссекции (1 – аортокоронарная диссекция (Dunning 1); 2 – спиралевидная диссекция ствола левой коронарной артерии (тип D); 3 – спиралевидная диссекция передней нисходящей артерии (тип D); 4 – места ранее имплантированных стентов в проксимальном и среднем отделах передней нисходящей артерии; 5 – окклюзирующая диссекция огибающей артерии (тип F))

рекротинга коронарных проводников выполнена «kissing»-дилатация мест имплантации стентов в стволе ЛКА и ОА баллонными катетерами 3,5×20 и 3,0×15 мм под давлением 16 атм. На контрольной ангиографии просветы артерий в местах имплантации стентов восстановлены без признаков дистальной эмболии, сохраняется локальная диссекция левого синуса Вальсальвы без признаков дальнейшего распространения (рис. 3).

С помощью проводникового катетера JL4-6F выполнена селективная ангиография правой коронарной артерии (ПКА): локальная окклюзия в проксимальном отделе, дистальное русло заполняется по коллатералям из ЛКА и ПКА (рис. 4). Спустя около 5 мин после начала попытки реканализации ПКА отмечено резкое развитие болевого синдрома, снижение гемодинамических показателей, нарушение ритма сердца. Проводниковый катетер JL4-6F переориентирован в ствол ЛКА. На флюороскопии определялся массивный тромбоз стентов в стволе ЛКА и в проксимальных отделах ПНА и ОА с кровотоком по TIMI до 0-1. Начаты реанимационные мероприятия: непрямой массаж сердца, кардиотоническая поддержка, искусственная вентиляция легких. Первый коронарный проводник 0,014” введен в дистальный отдел ПНА, второй – в дистальный отдел ОА. Выполнена «kissing»-ди-

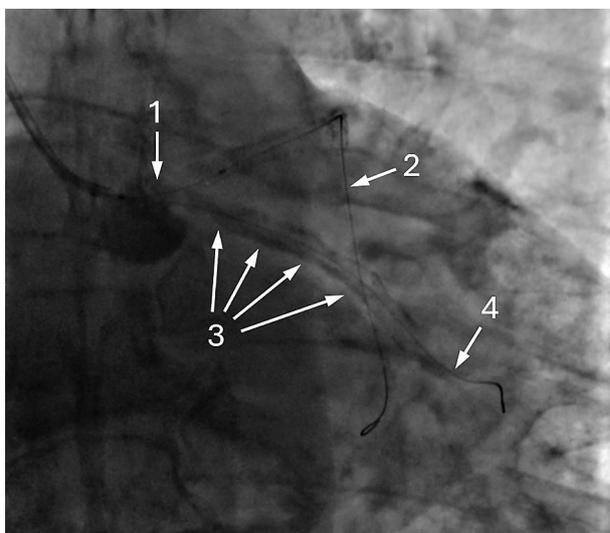


Рис. 2. Ангиограмма на первом этапе чрескожного коронарного вмешательства (1 – баллонный катетер 3,5×20 мм; 2 – коронарный проводник 0,014” в дистальном отделе передней нисходящей артерии; 3 – интрамуральная гематома огибающей артерии; 4 – коронарный проводник 0,014” в дистальном отделе огибающей артерии)

латация ствола ЛКА, ПНА, ОА баллонными катетерами 3,0×20 и 3,0×15 мм под давлением 14 атм (рис. 5).

Параллельно с началом ЧКВ доступом через правую общую бедренную вену (ОБВ) установлен трехпросветный центральный венозный катетер (ЦВК). Доступом через левую общую бедренную артерию (ОБА) установлен

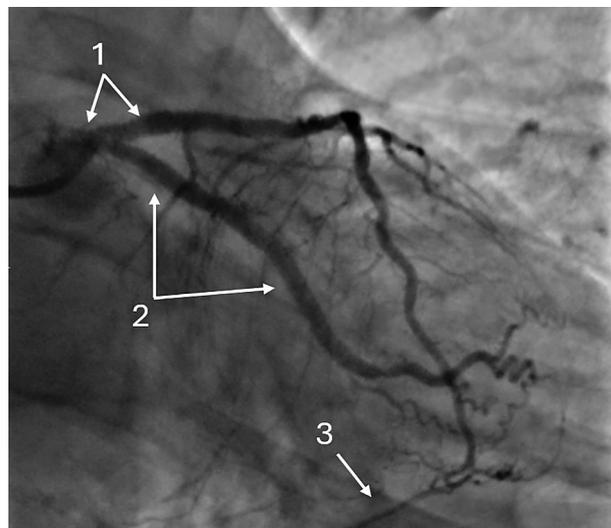


Рис. 3. Контрольная ангиограмма после выполнения обратного Т-стентирования (1 – место имплантации стента Xience Alpine 4,0×15 мм в стволе левой коронарной артерии с переходом в проксимальный отдел передней нисходящей артерии; 2 – места имплантации стентов Xience Alpine 3,5×33 мм в средний и проксимальный отделы огибающей артерии, под устье; 3 – дистальное русло правой коронарной артерии)

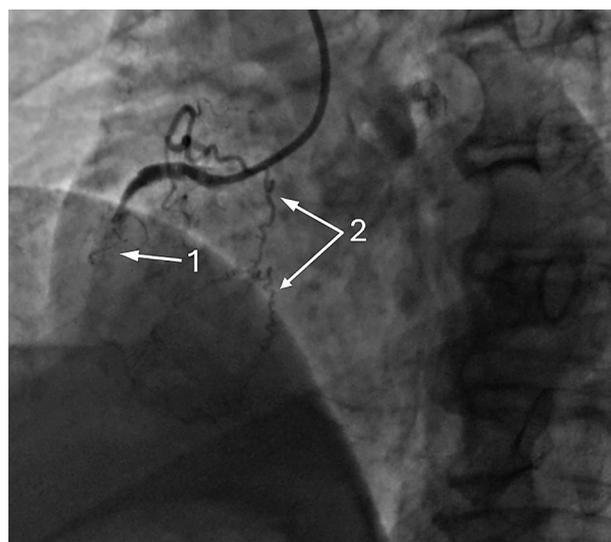


Рис. 4. Хроническая окклюзия правой коронарной артерии (1 – окклюзия в среднем отделе правой коронарной артерии; 2 – коллатераль, отходящая от проксимального отдела правой коронарной артерии, к дистальному руслу ПКА)

катетер инвазивного измерения артериального давления. С помощью проводникового катетера JL4-6F выполнена интракоронарная баллонная инъекция тирофибана в начальной дозе

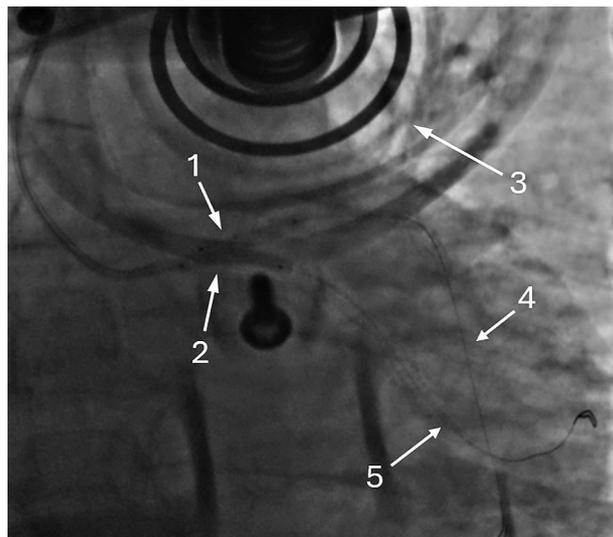


Рис. 5. Ангиограмма во время интраоперационного тромбоза ствола ЛКА и сердечно-легочной реанимации (1 – баллонный катетер 3,0×20 мм в стволе левой коронарной артерии и передней нисходящей артерии; 2 – баллонный катетер 3,0×15 мм в стволе левой коронарной артерии и огибающей артерии; 3 – коронарный проводник 0,014” в дистальном отделе передней нисходящей артерии; 4 – коронарный проводник 0,014” в дистальном отделе огибающей артерии; 5 – поршень механического устройства для непрямого массажа сердца Lucas)

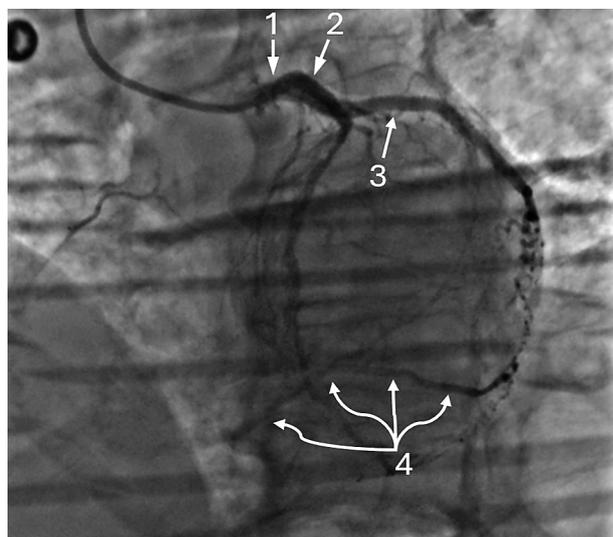


Рис. 6. Контрольная ангиограмма после баллонной ангиопластики и селективного интракоронарного введения тирофибана в проекции LAO 33° (1 – ствол левой коронарной артерии проходима; 2 – передняя нисходящая артерия проходима; 3 – огибающая артерия проходима; 4 – дистальное русло правой коронарной артерии)

25 мкг/кг в ЛКА с последующей внутривенной инфузией со скоростью 0,15 мкг/кг/мин. Спустя 15–20 мин после начала оперативного вмешательства на ЭКГ регистрировалась фибрилляция желудочков (ФЖ), выполнена электрическая дефибрилляция, после чего сердечная деятельность была успешно восстановлена. На контрольной ангиографии просветы ствола ЛКА, ПНА и ОА восстановлены без признаков диссекции и тромбоза, сохранялась диссекция левого синуса Вальсальвы. Кровоток по ЛКА: TIMI-3 (рис. 6). Проводниковый катетер JL4-6F снова заведен в устье ПКА. Коронарный проводник 0,014” заведен через место окклюзии в проксимальном отделе ПКА в дистальный отдел ЗНА. Выполнена поочередная дилатация места окклюзии баллонными катетерами 2,25×20 и 3,0×20 мм под давлением 10 атм с дальнейшей имплантацией стента Xience Alpine 4,0×33 мм в средний и проксимальный отделы ПКА под давлением 14 атм. На контрольной ангиографии просвет ПКА в месте имплантации стента восстановлен без признаков диссекции и дистальной эмболии, определялись стенозы до 50% в дистальном отделе ПКА (рис. 7). После окончания операции выполнены удаление интродьюсера из правой лучевой артерии и наложение давящей асептической повязки, а также фиксация лигатурами трехпросветного ЦВК в правой ОБВ и катетера инвазивного

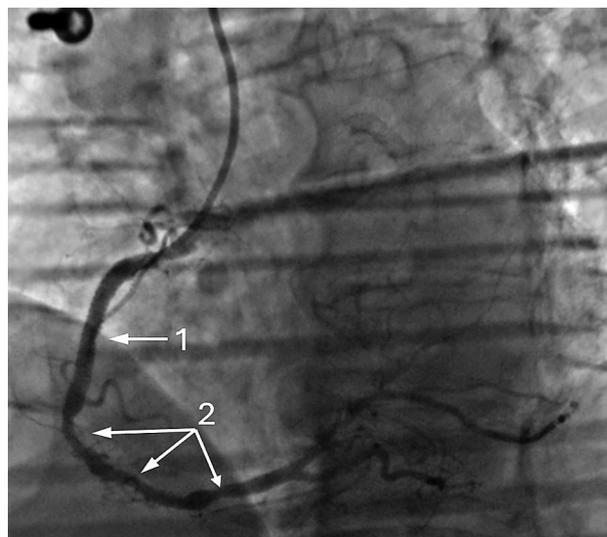


Рис. 7. Контрольная ангиограмма после реканализации правой коронарной артерии (1 – место имплантации стента Xience Alpine 4,0×33 мм в проксимальном и среднем отделах правой коронарной артерии; 2 – остаточные стенозы до 50% в дистальном отделе правой коронарной артерии)

мониторинга в левой ОБА. Ранний послеоперационный период был осложнен сердечной недостаточностью, требующей инфузии высоких доз кардиотонической поддержки. В течение 4 дней лечение проводилось в условиях реанимационного отделения. На фоне терапии отмечена положительная динамика состояния. Пациент от проведенного лечения отмечает улучшение, стенокардия не рецидивировала. На ЭхоКГ: ФВ ЛЖ более 55%, ЭКГ без отрицательной динамики. На 11-е сутки после операции пациент выписан.

Обсуждение

Согласно данным A.F. Cereda et al., в котором рассматривали случаи ятрогенной диссекции у 125 пациентов, у подавляющего большинства (n=107) диссекции коронарной артерии были связаны с интервенционным вмешательством, и лишь у 18 (16,8%) пациентов имелась связь возникшего осложнения с проведением коронарографии. Наиболее часто при выполнении коронарографии диссекции в левом коронарном бассейне были связаны с использованием катетера TIGER (Terumo) [5]. Причиной развития диссекции в представленном клиническом случае стало некоаксиальное положение кончика диагностического катетера TIG 5F (Boston Scientific) относительно ствола ЛКА и его значительный упор в стенку артерии (см. рис. 1). Следует отметить, что катетеры TIGER (Terumo) и TIG 5F (Boston Scientific) имеют схожую конфигурацию изгиба.

Ятрогенные диссекции устьев коронарных артерий зачастую сопровождаются ретроградным распространением на коронарный синус и восходящий отдел аорты. Диагноз ятрогенной аортокоронарной диссекции первым этапом ставится на основании ангиографической картины, на которой визуализируется затек контрастного препарата вне истинного просвета устья коронарной артерии. Согласно D.W. Dunning et al. [6], аортокоронарная диссекция имеет три степени: расслоение ограничено ипсилатеральным синусом Вальсальвы; расслоение распространяется вдоль восходящей аорты менее чем на 40 мм; расслоение распространяется вдоль восходящей аорты более чем на 40 мм.

Если возникли сомнения и ангиографическая картина вызывает вопросы, то возможно использование визуализационной оценки вто-

рого ряда, которая включает внутрисосудистое ультразвуковое исследование, оптическую когерентную томографию и чреспищеводную эхокардиографию. Это способствует более точной оценке расслоения и дальнейшему оптимальному выбору стратегии лечения [5]. Однако тяжелое клиническое состояние пациента не всегда позволяет применить дополнительный метод визуализации. Хирургические вмешательства рассматриваются, если расслоение распространяется более чем на 4 см в восходящую аорту (Dunning 3). Следует отметить, что экстренное АКШ и/или протезирование восходящей аорты связано с высокой смертностью (14%), частично из-за применения процедурных антикоагулянтов и ухудшения гемодинамики [7–9]. Консервативную тактику можно выбрать в случае локализованных аортокоронарных расслоений, которые не имеют тенденции к дальнейшему распространению и дестабилизации [10]. Исходя из того что в нашем клиническом случае ангиографическая картина полностью соответствовала аортокоронарной диссекции по Dunning 1 (см. рис. 1), было принято решение о консервативной тактике ведения пациента (относительно восходящего отдела аорты). В то же время это не исключало возможности дальнейшего расслоения аорты в ходе последующего выполнения ЧКВ, что потребовало от оперирующего хирурга строгого контроля положения кончика проводникового катетера в стволе ЛКА и дозированного введения контрастного препарата. Возможно, в таких ситуациях использование катетеров с боковыми отверстиями типа SH позволит снизить риски дальнейшего аортокоронарного расслоения.

A. Ramasamy et al. [11] в своем исследовании сообщают, что большинство ятрогенных диссекций высокой степени тяжести (типы D, E, F по NHLBI) поддается эндоваскулярному лечению. Однако отмечалась достаточно высокая госпитальная смертность, которая составила 6% и наблюдалась исключительно у пациентов с расслоением типа F. В случае неудачного ЧКВ, когда невозможно завести проводник в истинный просвет коронарной артерии, АКШ является целесообразным вариантом лечения «нестабильных» пациентов с расслоением коронарных артерий типов D–F по NHLBI. Согласно данному исследованию, летальность после ЧКВ составила 4,7%, а после АКШ – 25%. Экстренное АКШ выполняет-

ся нечасто, так как преимущества хирургической реваскуляризации в этих условиях менее очевидны. Согласно отечественным и европейским кардиологическим клиническим рекомендациям по ведению пациентов с острым коронарным синдромом с подъемом сегмента ST (ОКСпST) за 2020 и 2023 гг. соответственно, АКШ у пациентов с ОКСпST имеет ограниченное применение и не рассматривается среди основных подходов к реперфузии миокарда. Оно никогда не изучалось у подобных пациентов в рандомизированных исследованиях. С целью снижения риска смерти при ИМпST неотложное АКШ рекомендуется проводить у пациентов в случае невозможности выполнения либо безуспешного ЧКВ, а также у пациентов, имеющих кардиогенный шок или тяжелую сердечную недостаточность [12, 13].

В нашем случае было принято решение о выполнении первым этапом единовременного ЧКВ на стволе ЛКА, ПНА, ОА, однако, несмотря на то, что во время выполнения эндоваскулярного вмешательства возникли значительные сложности с прохождением коронарного проводника 0,014” в истинный просвет ОА через место окклюзирующей диссекции, в месте ранее имплантированного биорезорбируемого каркаса, нам удалось выполнить экстренное бифуркационное стентирование ствола ЛКА, ПНА и ОА методом обратного Т-стентирования (см. рис. 3). Однако следует отметить, что на данный момент в мире не существует единой тактики, регламентирующей действия рентгенохирурга при возникновении ятрогенной диссекции коронарной артерии. В нашем случае было принято решение о выполнении методики обратного Т-стентирования, которая не предполагает повторного заведения коронарных проводников через места диссекций коронарных артерий в процессе ЧКВ, а также сокращает время, затраченное на восстановление просветов коронарных артерий. Рекроссинг проводников необходим только после имплантации всех стентов и восстановления просветов коронарных артерий, для выполнения финальной «kissing»-дилатации.

Необходимо отметить, что пациенты, которым выполняется плановая КАГ, не получают двойную антиагрегантную терапию. В случае развития ятрогенной диссекции и необходимости выполнения экстренного ЧКВ такие пациенты формируют особую группу

повышенного риска интраоперационного острого тромбоза стентов [14]. Согласно рекомендациям ESC и ACCF/AHA, при развитии интраоперационного тромбоза стентов обосновано использование блокаторов гликопротеиновых П₂/П₃ рецепторов тромбоцитов [15, 16]. Зарубежные исследования подтвердили, что раннее применение антагониста рецепторов гликопротеиновых П₂/П₃ рецепторов тромбоцитов улучшает эффективность ЧКВ и прогноз у пациентов с острым коронарным синдромом [17, 18]. Однако остается открытым вопрос о выборе метода введения препарата. При внутривенном введении тирофибан может достигать максимальной концентрации в плазме крови только через 10–30 мин. По сравнению с внутривенным введением прямое интракоронарное введение препарата позволяет быстро достичь эффективной его концентрации. Концентрация препарата в эпикардальной коронарной артерии оптимизируется, а микроциркуляция улучшается в несколько сотен раз [19, 20]. Согласно данным крупного метаанализа за 2023 г., включающего 22 исследования, в которых проанализировали преимущества интракоронарного и внутривенного введения блокаторов гликопротеиновых рецепторов П₂/П₃ тромбоцитов у пациентов с ОКСпST для достижения реперфузии миокарда, использование интракоронарного способа введения оказалось более эффективно [21]. В нашем клиническом случае, возможно, благодаря своевременному интракоронарному введению тирофибана в сочетании с баллонной ангиопластикой удалось в кратчайшие сроки добиться кровотока TIMI-3 в ЛКА (см. рис. 6). Анализ данного клинического случая позволяет сделать вывод, что во время развития ятрогенной диссекции ствола ЛКА и при необходимости выполнения экстренного ЧКВ оправданно использование блокаторов гликопротеиновых П₂/П₃ рецепторов тромбоцитов по умолчанию, а не только при развитии тромботических осложнений.

Немаловажным фактором, который необходимо учитывать при принятии решения о необходимости полной реваскуляризации миокарда, является кардиогенный шок. Согласно рекомендациям ACC/AHA/SCAI 2021 г. и ESC 2023 г., не рекомендуется выполнять полную реваскуляризацию в условиях кардиогенного шока вне зависимости от элевации сегмента ST [13, 22]. В основу рекомендаций вошли

результаты крупного рандомизированного исследования CULPRIT SHOCK, в итоге которого пришли к выводу, что выполнение полной реваскуляризации у пациентов с многососудистым поражением и кардиогенным шоком приводило к более высокому риску первичной конечной точки, смерти (MACE) либо контраст-индуцированной нефропатии, в отличие от пациентов, которым выполняли реваскуляризацию только инфаркт-зависимой артерии (45,9% против 55,4%) [23]. Однако был описан целый ряд факторов, которые влияли на объективность данного исследования. Прежде всего, половина пациентов перенесли реанимационные мероприятия перед ЧКВ, и избыточная смертность в группе полной реваскуляризации была обусловлена ишемическим повреждением головного мозга [24, 25]. В исследовании E. Gerbaud et al. значительной была доля пациентов с хронической окклюзией коронарной артерии (ХОКА) – 23%, а реканализация ХОКА была выполнена в группе полной реваскуляризации с немалой частотой неудачных процедур – 19%. Этот факт, возможно, способствовал увеличению продолжительности и степени сложности процедур реваскуляризации у этой группы пациентов [26]. Еще один немаловажный фактор – в данном исследовании не учитывались пациенты с многососудистым поражением и кардиогенным шоком после ятрогенной диссекции. Наличие множественных значительных поражений коронарных артерий в контексте кардиогенного шока может привести к диффузной ишемии миокарда, вовлекающей не только инфаркт-связанную артерию, но и поражения, не связанные с инфарктом [27]. С одной стороны, полная коронарная реваскуляризация позволяет улучшить перфузию и сердечный выброс, с другой стороны, многососудистое ЧКВ может быть связано с увеличением времени процедуры, более высокими частотой процедурных осложнений и риском развития контраст-индуцированной нефропатии [26].

В нашем случае было принято решение о выполнении вторым этапом реканализации ХОКА ПКА, которая, на наш взгляд, была оправданна ввиду локального поражения ПКА и высокой вероятности успешного выполнения реканализации (см. рис. 7). Дискуссия относительно нашего клинического случая заставляет задуматься о том, что полностью опираться на использование международных

рекомендаций по реваскуляризации было невозможно. Вопрос оптимального лечения многососудистого поражения после ятрогенной диссекции коронарных артерий в условиях кардиогенного шока остается дискуссионным и до конца не решенным.

Заключение

На данный момент в мире не существует единой тактики, регламентирующей действия рентгенохирурга при возникновении ятрогенной диссекции коронарной артерии. Выбор тактики основывается как на имеющихся клинических рекомендациях по реваскуляризации миокарда и руководствах по методам стентирования, так и на опыте всей операционной бригады, которая сталкивается с подобными осложнениями. Описанный клинический случай дополняет представленные выше исследования, показывая пример выбора оптимальной техники стентирования, возможность проведения полной реваскуляризации, а также методы устранения возникающих интраоперационных осложнений.

Литература/References

1. Awadalla H., Sabet S., Sebaie A., Rosales O., Smalling R. Catheter-induced left main dissection incidence, predisposition and therapeutic strategies experience from two sides of the hemisphere. *J. Invasive Cardiol.* 2005; 17 (4): 233–236.
2. Huber M.S., Mooney J.F., Madison J., Mooney M.R. Use of a morphologic classification to predict clinical outcome after dissection from coronary angioplasty. *Am. J. Cardiol.* 1991; 68: 467–471.
3. Rogers J.H., Lasala J.M. Coronary artery dissection and perforation complicating percutaneous coronary intervention. *J. Invasive Cardiol.* 2004; 16 (9): 493–499.
4. Garcia-Robles J.A., Garcia E., Rico M., Esteban E., De Prado A.P., Delcan J.L. Emergency coronary stenting for acute occlusive dissection of the left main coronary artery. *Catheter. Cardiovasc. Diagn.* 1993; 30: 227–229.
5. Cereda A.F., Toselli M., Khokhar A., Sticchi A., Gallo F., Ruggiero R. et al. Iatrogenic aorta-coronary dissection: Case report and systematic review. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2021; 97 (7): E900–E910. DOI: 10.1002/ccd.29367
6. Dunning D.W., Kahn J.K., Hawkins E.T., O'Neill W.W. Iatrogenic coronary artery dissections extending into and involving the aortic root. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2000; 51: 387–393.
7. Hunt I., Faircloth M.E., Sinha P., Marber M., Venn G.E., Young Ch.P. Aortocoronary dissection complicating angioplasty of chronically occluded right coronary arteries: is a conservative approach the right approach? *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2006; 131: 230–231. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2005.08.051
8. Dieter R.S., Patel A.K., Yandow D., Pacanowski J.P. Jr, Bhattacharya A., Gimelli G. et al. Conservative vs.

- invasive treatment of aortocoronary saphenous vein graft aneurysms: treatment algorithm based upon a large series. *Cardiovasc. Surg.* 2003; 11 (6): 507–513. DOI: 10.1016/S0967-2109(03)00108-X
9. Levine G.N., Bates E.R., Blankenship J.C., Bailey S.R., Bittl J.A., Cercek B. et al. 2011 ACCF/AHA/SCAI guideline for percutaneous coronary intervention. A report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association task force on practice guidelines and the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2011; 58 (24): e44–e122. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.08.007
 10. Rao G.K., Ayyanthan A., Davis G. Catheter induced aortocoronary dissection. *Acute Card. Care.* 2008; 10 (1): 58–59. DOI: 10.1080/17482940701302471
 11. Ramasamy A., Bajaj R., Jones D.A., Amersey R., Mathur A., Baumbach A. et al. Iatrogenic catheter-induced ostial coronary artery dissections: Prevalence, management, and mortality from a cohort of 55,968 patients over 10 years. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2021; 98 (4): 649–655. DOI: 10.1002/ccd.29382
 12. Острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал.* 2020; 25 (11): 4103. DOI: 10.15829/29/1560 4071-2020-4103
2020 Clinical practice guidelines for acute ST segment elevation myocardial infarction. *Russian Journal of Cardiology.* 2020; 25 (11): 4103 (in Russ.). DOI: 10.15829/29/1560 4071-2020-4103
 13. Byrne R.A., Rossello X., Coughlan J.J., Barbato E., Berry C., Chieffo A. et al.; ESC Scientific Document Group. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. Developed by the task force on the management of acute coronary syndromes of the European Society of Cardiology. *Eur. Heart J. Acute Cardiovasc. Care.* 2024; 13 (1): 55–161. DOI: 10.1093/ehjacc/zuad107
 14. Манчуров В.Н., Мартынова М.М., Осканов М.Б., Анисимов К.В., Скрыпник Д.В., Васильева Е.Ю., Шпектор А.В. Эндоваскулярное лечение пациентов с острой тотальной окклюзией незащищенного ствола левой коронарной артерии. *Эндоваскулярная хирургия.* 2019; 6 (2): 126–132. DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-2-126-132
Manchurov V.N., Martynova M.M., Oskanov M.B., Anisimov K.V., Skrypnik D.V., Vasil'eva E.Yu., Shpektor A.V. Endovascular treatment of patients with acute total occlusion of the unprotected trunk of the left coronary artery. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2019; 6 (2): 126–132 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-2-126-132
 15. Steg P.G., James S.K., Atar D., Badano L.P., Blömmström-Lundqvist C., Borger M.A. et al. ESC guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *Eur. Heart J.* 2012; 33: 2569–2619. DOI: 10.1093/eurheartj/ehs215
 16. O'Gara P.T., Kushner F.G., Ascheim D.D., Casey D.E. Jr, Chung M.K., de Lemos J.A. et al. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013; 61: e78–140. DOI: 10.1016/j.jacc.2012.11.019
 17. Neumann F.J., Blasini R., Schmitt C., Dirschinger J., Gawaz M., Kastrati A., Schömig A. Effects of glycoprotein IIb/IIIa receptor blockade on recovery of coronary flow and left ventricular function after the placement of coronary-artery stents in acute myocardial infarction. *Circulation.* 1998; 98: 2695–2701. DOI: 10.1161/01.cir.98.24.2695
 18. Mulumudi M.S., Potluri S.P., White C.J. Role of abciximab in the preservation of myocardial microcirculation during mechanical reperfusion for acute ST segment elevation myocardial infarction. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2002; 39: 294–295. DOI: 10.1016/S0735-1097(02)81322-5
 19. Juwana Y.B., Suryapranata H., Ottervanger J.P., Van't Hof A.W. Tirofiban for myocardial infarction. *Expert Opin. Pharmacother.* 2010; 11: 861–866. DOI: 10.1517/14656561003690005
 20. Wang H.L., Xing S.Y., Dong P.S., Han Y.H., Zhu J.H., Lai L.H., Zhao J.F. Safety and efficacy of intracoronary tirofiban administration in patients with serious thrombus burden and ST-elevation myocardial infarction undergoing percutaneous coronary intervention. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* 2014; 18 (23): 3690–3695.
 21. Hahn J., Jeon J., Geum M.J., Lee H.W., Shin J., Chung W.Y. et al. Intracoronary versus intravenous glycoprotein IIb/IIIa inhibitors during primary percutaneous coronary intervention in patients with STEMI: a systematic review and meta-analysis. *Thromb. J.* 2023; 21 (1): 76. DOI: 10.1186/s12959-023-00519-x
 22. Lawton J.S., Tamis-Holland J.E., Bangalore S., Bates E.R., Beckie T.M., Bischoff J.M. et al. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for coronary artery revascularization: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2022; 79 (2): e21–e129. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.09.006. Epub ahead of print. PMID: 34895950.
 23. Thiele H., Akin I., Sandri M., Fuernau G., De Waha S., Meyer-Saraceni R. et al. PCI strategies in patients with acute myocardial infarction and cardiogenic shock. *N. Engl. J. Med.* 2017; 377: 2419–2432. DOI: 10.1056/NEJMoa1710261
 24. Gaba P., Gersh B.J., Ali Z.A., Moses J.W., Stone G.W. Complete versus incomplete coronary revascularization: Definitions, assessment and outcomes. *Nat. Rev. Cardiol.* 2021; 18: 155–168. DOI: 10.1038/s41569-020-00457-5
 25. Saito Y., Kobayashi Y. Percutaneous coronary intervention strategies in patients with acute myocardial infarction and multivessel disease: Completeness, timing, lesion assessment, and patient status. *J. Cardiol.* 2019; 74: 95–101. DOI: 10.1016/j.jjcc.2019.04.001
 26. Gerbaud E., Elbaz M., Lattuca B. New insights into cardiogenic shock and coronary revascularization after acute myocardial infarction. *Arch. Cardiovasc. Dis.* 2020; 113: 276–284. DOI: 10.1016/j.acvd.2019.12.005
 27. Kohsaka S., Menon V., Lowe A.M., Lange M., Dzavik V., Sleeper L.A., Hochman J. Systemic inflammatory response syndrome after acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. *Arch. Intern. Med.* 2005; 165: 1643–1650. DOI: 10.1001/archinte.165.14.1643

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.12-089.843-022.7

Трансвенозная экстракция системы электростимуляции с плотносращенным эндокардиальным электродом у «хрупкой» коморбидной пациентки с гнойно-асептическими осложнениями

А.Н. Шаматольский¹✉, А.Б. Гамзаев¹, С.А. Айвазьян², М.В. Рязанов¹, Е.Б. Шахов¹, Г.В. Большухин¹

¹ ФГБУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород, Российская Федерация

² ФБУЗ «Приволжский окружной медицинский центр» ФМБА России, Нижний Новгород, Российская Федерация

✉ Шаматольский Александр Николаевич, соискатель, врач – сердечно-сосудистый хирург; e-mail: ashamatolskiy@mail.ru

Гамзаев Алишер Баги оглы, д-р мед. наук, врач – сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0001-7617-9578

Айвазьян Сергей Артемович, канд. мед. наук, врач – сердечно-сосудистый хирург

Рязанов Михаил Валерьевич, канд. мед. наук, доцент кафедры госпитальной хирургии им. Б.А. Королева, заведующий отделением

Шахов Евгений Борисович, д-р мед. наук, доцент, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-4967-3252

Большухин Георгий Владимирович, аспирант, врач – сердечно-сосудистый хирург

Резюме

Инфицирование системы электрокардиостимуляции является абсолютным показанием к удалению антиаритмической системы. Одним из вариантов технически сложного вмешательства при септических осложнениях у «хрупких» коморбидных больных является ротационное отделение имплантированного электрода из зоны фиброзно-кальцинированного сращения со стенкой безымянной вены. При относительной редкости выявления фиброзно-кальцинированного сращения эндокардиальных электродов в месте безымянной вены, ассоциированного с имплантированным электронным устройством, каждое успешное удаление такой системы кардиостимуляции у пожилых пациентов с сопутствующей патологией является настоящей клинической победой. Выраженный фиброз в брахиоцефальных венах, верхней полой вене, правом предсердии и правом желудочке создает большие сложности при экстракции и утяжеляет исход экстракции у пожилых пациентов с синдромом старческой астении и сопутствующими заболеваниями. В данной статье представлен случай успешной ротационной трансвенозной экстракции эндокардиальных электродов у «хрупкой» коморбидной пациентки с фиброзно-кальцинированным сращением электрода со стенкой безымянной вены.

Ключевые слова: трансвенозная экстракция электродов, имплантируемое электронное устройство, эндокардиальные электроды, инфекция ложа электрода, безымянная вена, «хрупкий» коморбидный пациент

Для цитирования: Шаматольский А.Н., Гамзаев А.Б., Айвазьян С.А., Рязанов М.В., Шахов Е.Б., Большухин Г.В. Трансвенозная экстракция системы электростимуляции с плотносращенным эндокардиальным электродом у «хрупкой» коморбидной пациентки с гнойно-асептическими осложнениями. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (1): 128–134. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-128-134

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 26.12.2023
Принята к печати 24.01.2024

Transvenous extraction of an electrostimulation system with a tightly coupled endocardial electrode in a “fragile” comorbid patient with purulent-aseptic complications

A.N. Shamatolskiy¹✉, A.B. Gamzaev¹, S.A. Ayvazyan², M.V. Ryzanov¹, E.B. Shakhov¹, G.V. Bolshukhin¹

¹ Volga Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

² Volga District Medical Center, Nizhny Novgorod, Russian Federation

✉ Aleksandr N. Shamatolskiy, Postgraduate, Cardiovascular Surgeon; e-mail: ashamatolskiy@mail.ru
Alisher B. Gamzaev, Dr. Med. Sci., Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-7617-9578

Sergey A. Ayvazyan, Cand. Med. Sci., Cardiovascular Surgeon
Mikhail V. Ryazanov, Cand. Med. Sci., Associate Professor of the Chair of Hospital Surgery named after B.A. Korolev, Head of the Department
Evgeniy B. Shakhov, Dr. Med. Sci., Associate Professor, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-4967-3252
Georgiy V. Bolshukhin, Postgraduate, Cardiovascular Surgeon

Abstract

Infection of cardiac implantable electronic devices it is an absolute indication for the removal of the antiarrhythmic system. One of the options for technically complex intervention in septic complications in "fragile" comorbid patients is the rotational separation of the implanted electrode from the zone of fibrous-calcified fusion with the wall of the vena anonyma. With the relative rarity of detecting fibrocalcified fusion of endocardial electrodes at the site of a vena anonyma associated with a cardiopulmonary implanted electronic device, each successful removal of such a pacemaker system in elderly patients with concomitant pathology is a real clinical victory. Pronounced fibrosis in the brachiocephalic veins, superior vena cava, right atrium and right ventricle creates great difficulties during extraction and makes the outcome of extraction heavier in elderly patients with senile asthenia syndrome and concomitant diseases. This article presents a case of successful rotational transvenous extraction of endocardial electrodes in a "fragile" comorbid patient with fibrous-calcified fusion of the electrode with the wall of the vena anonyma.

Keywords: transvenous electrode extraction, implantable electronic device, endocardial electrodes, infection of the bed of electrode, unnamed vein, "fragile" comorbid patient

For citation: Shamatolskiy A.N., Gamzaev A.B., Ayvazyan S.A., Ryazanov M.V., Shakhov E.B., Bolshukhin G.V. Transvenous extraction of an electrostimulation system with a tightly coupled endocardial electrode in a "fragile" comorbid patient with purulent-aseptic complications. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (1): 128–134 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-128-134

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

Received December 26, 2023

Accepted January 24, 2024

Введение

Рост численности и общей продолжительности жизни населения планеты способствует увеличению возраста и коморбидности пациентов, поступающих в кардиохирургические стационары [1, 2]. Неуклонно возрастает и число кардиологических больных с тяжелыми сопутствующими заболеваниями и имплантируемыми искусственными водителями ритма, у которых закономерно увеличивается и количество инфекционных осложнений, связанных с эндокардиальными электродами [3, 4].

Несмотря на активное использование методик трансвенозной экстракции эндокардиальных электродов (ТЭЭ) у коморбидных больных с гнойно-асептическими осложнениями, связанными с имплантацией антиаритмических устройств, частота больших кардиальных событий (КС) остается по-прежнему высокой [5, 6].

Отдельные исследования показывают возможное увеличение частоты КС до 30–40% в зависимости от выраженности сопутствующей коморбидной патологии на фоне некупированного гнойно-септического процесса [7, 8].

Риск возникновения фатальных и нефатальных интраоперационных осложнений

у коморбидных больных пожилого возраста с септическим процессом в значительной степени может увеличивать техническая сложность ТЭЭ, зависящая от наличия кальцинированных участков в проекции установленных электродов, а также степени их спаянности со стенкой верхней полой вены (ВПВ) [5].

Одним из вариантов технически сложного вмешательства при септических осложнениях у «хрупких» коморбидных больных является ротационное отделение имплантированного электрода из зоны фиброзно-кальцинированного сращения со стенкой безымянной вены. При относительной редкости выявления фиброзно-кальцинированного сращения эндокардиальных электродов в месте безымянной вены, ассоциированного с имплантированным электронным устройством, каждое успешное удаление такой системы кардиостимуляции у пожилых пациентов с сопутствующей патологией является настоящей клинической победой. Приводим собственный клинический случай успешной механической ТЭЭ у коморбидной пожилой пациентки с гнойно-септическим процессом на фоне пролежня ложа электрокардиостимулятора (ЭКС) при технической сложности экстракции вследствие

плотного фиброзно-кальцинированного сращения электрода в месте безымянной вены.

Описание случая

Пациентка Д., 81 год, «хрупкий» пожилой больной с гипертоническим анамнезом более 15 лет, поступила в ГБУЗ НО «Специализированная кардиохирургическая клиническая больница имени академика Б.А. Королёва» Нижнего Новгорода с жалобами на нарушение целостности кожных покровов в области ложа ЭКС и обильные выделения гнойно-серозного отделяемого из кармана ЭКС (рис. 1).

У пациентки была отмечена значимая сопутствующая патология в анамнезе (см. таблицу). В приемном покое диагностировалось повышение температуры тела до 38,6 °С, наблюдались лабораторно-диагностические признаки септического процесса, требующего немедленной госпитализации для проведения неотложной санации очага инфекции – проведения ТЭЭ.

Из анамнеза госпитализированной пациентки было также известно, что в 2011 г. ей был первично имплантирован однокамерный ЭКС. В 2015 г. больной была произведена сме-



Рис. 1. Пролежень ложа ЭКС с нарушением целостности кожных покровов в области имплантированного устройства

на ЭКС и имплантирован новый желудочковый электрод с активной фиксацией без удаления «старого» электрода. В последующие годы больная была трижды оперирована по месту жительства из-за рецидивирующей инфекции ложа ЭКС. При этом замена ЭКС и электродов не проводилась.

На госпитальном этапе обследования у пациентки была выполнена электрокардиография (ЭКГ), на которой был зарегистрирован ритм ЭКС в режиме VVI (рис. 2).

При программировании ЭКС у пациентки наблюдалось нарушение стимуляции по RV-каналу. При обзорной рентгенографии грудной клетки (ОРГК) были выявлены тени двух ранее имплантированных электродов. По данным ОРГК была проведена оценка типа фиксации электродов (оба электрода с активной фиксацией), определено место их имплантации (электроды расположены в верхушке правого желудочка). Дополнительно выполнялась компьютерная томография для детальной визуализации кальциноза по ходу электродов (протяженный участок кальциноза визуализировался в области сращения электрода в месте безымянной вены). Перед операцией было также проведено трансторакальное и чреспищеводное эхокардиографические исследования – вегетаций на электродах и клапане не было выявлено, в просвете правого желудочка визуализировались два электрода. Фракция выброса составила 52%, КДО – 110 мл, КСО – 65 мл. В посеве из содержимого ложа ЭКС обнаружен *St. aureus*. При посеве крови также определен золотистый стафилококк.

С учетом «хрупкости» и коморбидности пациентке было решено выполнить попытку минимально инвазивного вмешательства – механическую ротационную ТЭЭ с ревизией ложа стимулятора и заменой системы ЭКС. Пациентка направлена в гибридную кардиохирургическую операционную, оборудованную ангиографическим комплексом Axiom Artis zee Floor (Siemens, Германия) для проведения ротационной ТЭЭ. На интраоперационном этапе проводилась контрастная флебография для визуализации возможного стеноза или окклюзии подключичной и плечеголовной вен – стенозирующих и окклюзионных поражений не выявлено. Для экстракции электродов были использованы запираемый стилет LLD (Spectranetics, США), полипропиленовый дилататор 11 Fr (Spectranetics, США) и механи-

ческая система для проведения ротационной ТЭЭ TightRail 11 Fr (Spectranetics, США).

Оперативное вмешательство выполнялось под пролонгированной анальгоседацией и местной анестезией для возможности сочетанного проведения эндоваскулярного и хирургического этапов ТЭЭ. Вариант интубационного нар-

коза рассматривался у «хрупкой» коморбидной пациентки как крайняя мера в случае конверсии в «открытое» кардиохирургическое вмешательство при осложнениях ТЭЭ.

Из феморального доступа в просвет общей бедренной вены был заведен жесткий проводник 0,035” типа «stiff» и размещен

Клиническая характеристика пациентки Д.

Анамнестические признаки	Да / Нет
Факторы «хрупкости» по шкале «Возраст не помеха» (3 балла):	
когнитивные нарушения	Да
общая слабость	Да
непреднамеренная потеря веса	Да
Коморбидная сопутствующая патология по шкале CIRS-G (суммарный балл 11; индекс тяжести 2,75 балла):	
гиперлипидемия	Да
сахарный диабет	Да
артериальная гипертензия	Да
хроническая обструктивная болезнь легких	Да
перенесенные ранее инфаркты миокарда	Нет
предшествующая операция на коронарных артериях	Нет
Медикаментозная терапия:	
антиангинальные средства	Да
бета-блокаторы	Нет
антагонисты кальция	Нет
аспирин	Нет
гиполипидемические средства	Да
бронходилататоры (М-холинолитики)	Да
Лабораторно-диагностические показатели сепсиса:	
лейкоцитоз крови (до $19,3 \times 10^9/\text{л}$)	Да
повышение уровня С-реактивного белка в крови (до 106,16 мг/л)	Да
повышение уровня пресепсина в крови (до 450 пг/мл)	Да

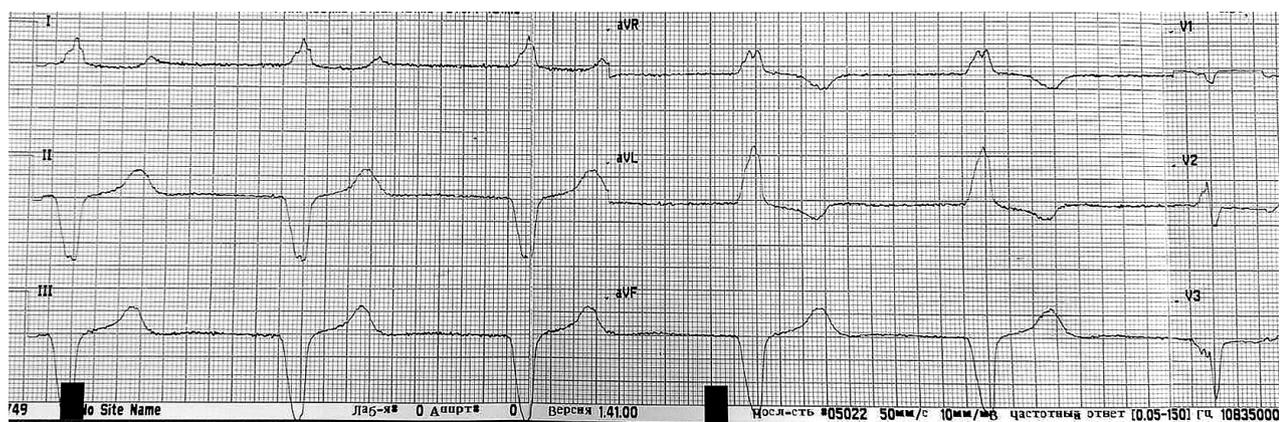


Рис. 2. Электрокардиограмма пациентки на госпитальном этапе обследования – ритм электрокардиостимулятора в режиме VVI

по всей длине нижней (НПВ) и верхней полой вен для возможности проведения эндоваскулярного инструмента экстракции электродов через систему ВПВ и НПВ. В правой подключичной области, через пункционный доступ к правой подключичной вене эндоваскулярно была выполнена реимплантация новой стимулирующей системы SR. С контралатеральной стороны хирургическим путем иссечены края инфицирующей ткани ложа ЭКС и выделены электроды из сращений. В «коннекторной» части электрокардиостимулятора визуализирована заглушка в предсердном канале.

Отмечены дефекты изоляции желудочкового электрода (рис. 3).

Первый электрод, имплантированный в 2011 г., удалось удалить с помощью запирающего стилета LLD-EZ (Spectranetics, США). Второй электрод, имплантированный в 2015 г., был инкапсулирован плотной фиброзной капсулой в безымянной вене – при помощи запирающего стилета удалить его не удалось. Был применен ротационный дилататор TightRail 11 Fr (Spectranetics, США). В процессе ротации дилататор постепенно проведен под контролем рентгеноскопии и чреспищеводной эхокардиографии до входа в правое предсердие (рис. 4).

После этого электрод был полностью удален из сердца (рис. 5).

Интраоперационных и ранних послеоперационных осложнений не было. Гемодинамика во время оперативного вмешательства и после

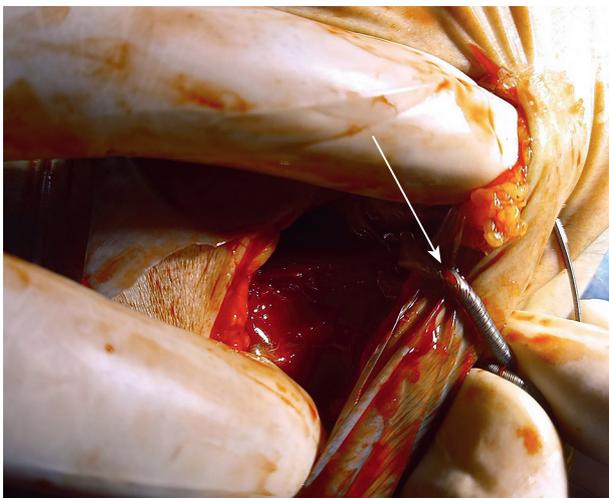


Рис. 3. Операционное поле при удалении системы электрокардиостимуляции с гнойным отделяемым и дефектами изоляции электрода

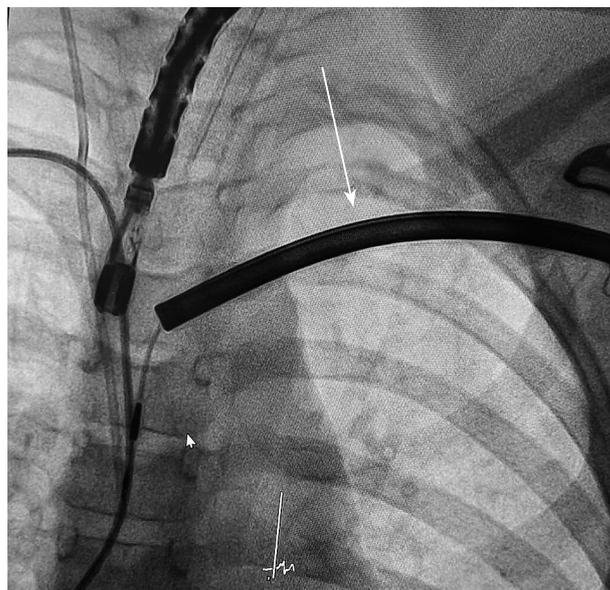


Рис. 4. Рентгенограмма, экстракция желудочкового электрода (стрелка) с помощью ротационной системы



Рис. 5. Электрод с участком фиброзной инфицированной оболочки и фрагментом эндокарда

завершения операции сохранялась стабильной. Заживление раны – первичным натяжением.

Обсуждение

Представленный клинический случай показывает эффективность и безопасность механической ротационной трансвенозной экстракции электродов в лечении гнойно-асептических осложнений после имплантации ЭКС у пожилой «хрупкой» пациентки с синдромом старческой астении и сопутствующей коморбидной патологией.

Коморбидность и «хрупкость» пациентов с фиброзным инкапсулированием, формирующимся вокруг электрода, и сращение эндо-

кардиальных электродов по ходу безымянной вены являются факторами риска, нередко сводящими на нет все усилия врачей, приложенные для спасения этой тяжелой группы больных. В этой связи нельзя недооценивать негативную роль технических трудностей, возникающих в процессе эндоваскулярного и классического кардиохирургического удаления эндокардиальных электродов [1, 3].

Согласно исследованиям R.K. Lewis et al. (2019 г.), при использовании минимально инвазивного эндоваскулярного подхода для выполнения ТЭЭ целесообразно минимизировать продолжительность операции у «хрупкого» коморбидного больного, что будет способствовать сокращению лучевой нагрузки на пациента и кардиокоманду [7–10].

В нашем клиническом случае у «хрупкой» коморбидной пациентки было выявлено сращение эндокардиальных электродов со стенками безымянной вены. Для выполнения трансвенозной экстракции электродов необходимо иметь полный спектр инструментов. Минимальный набор должен включать запираемые стилеты LLD и ротационный дилататор TightRail. Важно отметить, что в процессе ротационной ТЭЭ с фиброзными инкапсуляциями вокруг желудочкового электрода в области безымянной вены в нашем случае были использованы для экстракции запираемые стилеты LLD (Lead locking devices, Spectranetics, США), используемые для фиксации стимулирующего электрода по всей длине, набор телескопических дилататоров SightRail (Spectranetics, США), ротационный механический дилататор TightRail (США) для облегчения трансвенозного удаления эндокардиальных электродов. Наличие разнообразных конфигураций инструментов в арсенале для выполнения трансвенозной экстракции эндокардиальных электродов, по нашему мнению, может помочь более результативному удалению инфицированного антиаритмического устройства при фиброзных инкапсуляциях электродов, что, в конечном итоге, способствует ускорению и повышению эффективности интервенционного вмешательства.

Заключение

Инфицирование систем ЭКС является абсолютным показанием к удалению антиаритмической системы.

Выраженный фиброз в брахиоцефальных венах, верхней полую вену, правом предсердии и правом желудочке создает большие сложности при экстракции и утяжеляет ее исход у пожилых пациентов с синдромом старческой астении и сопутствующими заболеваниями.

Ротационная трансвенозная экстракция при удалении имплантируемой стимулирующей системы у «хрупкого» коморбидного пациента с фиброзными инкапсуляциями эндокардиальных электродов является эффективным и безопасным методом хирургической санации инфекционного очага.

Литература/References

1. Kutarski A.W., Jacheć W., Tułeczki Ł., Tomków K., Stefańczyk P., Borzęcki W. et al. Safety and effectiveness of coronary sinus leads extraction – single high-volume centre experience. *Advances Interv. Cardiol./Postępy Kardiol. Interw.* 2019; 15 (3): 345–356. DOI: 10.5114/aic.2019.87890
2. Keiler J., Schulze M., Sombetzki M., Heller T., Tischer T., Grabow N. et al. Neointimal fibrotic lead encapsulation – clinical challenges and demands for implantable cardiac electronic devices. *J. Cardiol.* 2017; 70 (1): 7–17. DOI: 10.1016/j.jjcc.2017.01.011
3. Lambert C.T., Tarakji K.G. Cardiac implantable electronic device infection. *Clev. Clin. J. Med.* 2017; 84 (12 Suppl. 3): 47–53. DOI: 10.3949/ccjm.84.s3.05
4. Bongiorno M.G., Burri H., Deharo J.C., Starck C., Kennergren C., Saghy L. et al. 2018 EHRA expert consensus statement on lead extraction: recommendations on definitions, endpoints, research trial design, and data collection requirements for clinical scientific studies and registries: endorsed by APHRS/HRS/LAHRs. *Europace.* 2018; 20 (7): 1217. DOI: 10.1093/europace/euy050. Erratum in: *Europace.* 2018; 20 (7): 1167.
5. Lennerz C., Vrazic H., Haller B., Braun S., Petzold T., Ott I. et al. Biomarker – based diagnosis of pacemaker and implantable cardioverter defibrillator pocket infections: a prospective, multicentre, case-control evaluation. *PLoS One.* 2017; 12: e0172384.
6. Domagała S.J., Domagała M., Chyła J., Wojciechowska C., Janion M., Polewczyk A. et al. Ten-year study of late electrotherapy complications. Single-centre analysis of indications and safety of transvenous leads extraction. *Kardiol. Pol.* 2018; 76 (9): 1350–1359. DOI: 10.5603/KP.a2018.0142
7. Lewis R.K., Pokorney S.D., Hegland D.D., Piccini J.P. Hands on: How to approach patients undergoing lead extraction. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2020; 31 (7): 1801–1808. DOI: 10.1111/jce.14244
8. Bontempi L., Curnis A., Della Bella P., Cerini M., Radinovic A., Inama L. et al. The MB score: a new risk

- stratification index to predict the need for advanced tools in lead extraction procedures. *Europace*. 2020; 22 (4): 613–621. DOI: 10.1093/europace/euaa027
9. Hakmi S. The GermAn laser extraction registr Y. conference paper: 48th Annual Meeting German Society for Thoracic, Cardiac, and Vascular Surgery, 2019.
 10. Сапельников О.В., Куликов А.А., Черкашин Д.И., Гришин И.Р., Николаева О.А., Ардус Д.Ф. Удаление электродов имплантированных систем. Состояние проблемы. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2019; 23 (4): 47–52. DOI: 10.21688/1681-3472-2019-4-47-52
- Sapel'nikov O.V., Kulikov A.A., Cherkashin D.I., Grishin I.R., Nikolaeva O.A., Ardus D.F. et al. Removal of electrodes of implanted systems. The state of the problem. *Pathology of Blood Circulation and Cardiac Surgery*. 2019; 23 (4): 47–52 (in Russ.). DOI: 10.21688/1681-3472-2019-4-47-52

*Юбилей***К 85-летию профессора А.П. Савченко**

Шестого марта 2024 года одному из ведущих специалистов страны в области рентгенэндоваскулярной хирургии, рентгенологии и радиологии, профессору Анатолию Петровичу Савченко исполняется 85 лет.

Анатолий Петрович получил образование и сформировался как врач и ученый в 1-м Московском медицинском институте им. И.М. Сеченова (теперь Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России), пройдя путь от клинического ординатора до профессора кафедры рентгенологии. Одной из первых отечественных научных работ в области ангиографических исследований является диссертация А.П. Савченко на соискание ученой степени кандидата наук «Лицевая ангиография». В 1972 г. он защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора медицинских наук по теме «Ангиография печени, поджелудочной железы, селезенки».

С 1977 по 1981 г. А.П. Савченко работал проректором 1-го Московского медицинского института им. И.М. Сеченова. В 1981 г. был назначен главным специалистом 4-го Главного управления при Минздраве СССР по рентгенологии. В 1982 г. Анатолий Петрович одновременно возглавил рентгеноангиографическую службу НИИ им. А.Л. Мясникова АМН СССР, внося существенный вклад в научную и клиническую деятельность Российского кардиологического научно-производственного комплекса Минздрава России.

Профессор А.П. Савченко – создатель крупной научной школы. Под его руководством выполнены 16 докторских и 35 кандидатских диссертаций. Он имеет 4 патента на изобретения, является автором более 300 научных трудов, опубликованных как в России, так и за рубежом. А.П. Савченко – автор пяти монографий: «Руководство по кардиологии», «Руководство по ангиографии», «Интервенционная кардиология», «Вторичные эндоваскулярные вмешательства у больных после операции аортокоронарного шунтирования», «Коронарная ангиография и коронарное стентирование».



А.П. Савченко

Анатолий Петрович проводил активные исследования в различных областях лучевой диагностики и рентгенэндоваскулярной хирургии. Широко известны его работы по ангиографии печени, поджелудочной железы, почек. Им впервые описана сегментарная рентгеновская анатомия сосудов печени, он внес существенный вклад в расшифровку механизма портальной гипертензии. Мировое признание получили его работы по компьютерной томографии легких, печени и почек.

Профессором А.П. Савченко достигнуты значительные научные результаты в области эндоваскулярного лечения осложненных форм коронарного атеросклероза – хронических окклюзий, бифуркационного поражения, многососудистого поражения, включая стенозы ствола левой коронарной артерии, а также поражения нативного русла и аортокоронарных шунтов после операции шунтирования. Результатом научной и практической деятельности лаборатории рентгеноангиографии Российского кардиологического научно-производственного комплекса Минздрава России,

возглавляемой профессором А.П. Савченко, стало лидирующее ее положение в стране в сфере лечения сложных клинических случаев ишемической болезни сердца.

В лаборатории рентгеноангиографии под руководством А.П. Савченко прошли обучение и стажировку многие российские и иностранные специалисты. Большинство из них достигли значительных научных успехов и заняли руководящие должности в региональных кардиологических центрах страны.

Более 30 лет профессор А.П. Савченко работал в Медицинском центре Управления делами Президента РФ. А.П. Савченко был организатором и консультантом рентгенохирургической службы в Центральном клиническом военном госпитале ФСБ РФ, которая за последние годы достигла значительных успехов в снижении смертности от сердечно-сосудистых заболеваний среди военнослужащих.

С 1985 г. в течение 30 лет профессор А.П. Савченко возглавлял журнал «Вестник рентгенологии и радиологии». Во многом благодаря научной и творческой энергии Анатолия Петровича издание стало одним из главных источников научной и практической информации для специалистов по современной рентгенологии не только в России, но и за ее пределами.

Последние несколько лет Анатолий Петрович работал в Городской клинической больнице № 1 им. Н.И. Пирогова, используя

весь свой богатый опыт для лечения наиболее сложных больных и передачи опыта молодым коллегам.

А.П. Савченко – член исполкома Российской ассоциации радиологов, член Радиологического общества Северной Америки, Европейского общества интервенционной радиологии и кардиологии, член президиума Российского общества специалистов по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению. Помимо научной и практической деятельности Анатолий Петрович вел большую общественную деятельность – был членом Общественной палаты Российской Федерации первого созыва.

Заслуги профессора А.П. Савченко высоко оценены Президентом и Правительством Российской Федерации: в марте 1999 г. Анатолий Петрович получил «Благодарность Президента Российской Федерации за заслуги в развитии медицинской науки и здравоохранения», а 23 августа того же года Указом Президента Российской Федерации ему было присвоено почетное звание Заслуженного деятеля науки Российской Федерации. В 2007 г. А.П. Савченко был удостоен правительственной награды – ему был вручен орден Почета за заслуги в области медицинской практики и науки.

Редколлегия журнала «Эндоваскулярная хирургия» сердечно поздравляет юбиляра от имени коллег, учеников, друзей и желает ему новых успехов и достижений в научной, лечебной и просветительской деятельности.