



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
ПИ № 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.zazulin@yandex.ru

**Литературные редакторы,
корректоры**
Антонова И.В., Головина Е.В.,
Измайлова И.Х., Кириленко А.М.,
Шишкова Э.В.

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

Номер подписан в печать 27.09.2024

Формат 60×88 1/8

Печ. л. 16,5

Усл. печ. л. 16,2

Уч.-изд. л. 13,0

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 (3): 261–392

DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3

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 • № 3

Главный редактор

АЛЕКЯН Б.Г., академик РАН (Москва)

Зам. главного редактора

Абугуев 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)

Гранада Х.Ф. (Нью-Йорк, США)

Кандыба Д.В. (Санкт-Петербург)

Крестьянинов О.В., доктор мед. наук
(Новосибирск)

Матчин Ю.Г., профессор (Москва)

Меркулов Е.В., доктор мед. наук (Москва)

Палеев Ф.Н., чл.-корр. РАН (Москва)

Петросян К.В., доктор мед. наук (Москва)

Поляков Р.С., доктор мед. наук (Москва)

Пурсанов М.Г., доктор мед. наук (Москва)

Раймерс Б. (Милан, Италия)

Руденко Б.А., доктор мед. наук (Москва)

Самко А.Н., профессор (Москва)

Семитко С.П., доктор мед. наук (Москва)

Скрыпник Д.В., профессор (Москва)

Федорченко А.Н., доктор мед. наук

(Краснодар)

Хиджази З.М., профессор (Доха, Катар)

Чернявский М.А., доктор мед. наук

(Санкт-Петербург)

Читам Д.П., профессор (Колумбус, Огайо, США)

Редакционный совет

Акчурин Р.С., академик РАН (Москва)

Белов Ю.В., академик РАН (Москва)

Белозеров Г.Е., профессор (Москва)

Бокерия Л.А., академик РАН (Москва)

Борисова Н.А., профессор (Санкт-Петербург)

Гавриленко А.В., академик РАН (Москва)

Голухова Е.З., академик РАН (Москва)

Дземешкевич С.Л., профессор (Москва)

Затевахин И.И., академик РАН (Москва)

Караськов А.М., академик РАН

(Новосибирск)

Мазаев В.П., профессор (Москва)

Подзолков В.П., академик РАН (Москва)

Порханов В.А., академик РАН (Краснодар)

Прокубовский В.И., профессор (Москва)

Рабкин И.Х., чл.-корр. РАН (Бостон, США)

Сухов В.К., профессор (Санкт-Петербург)

Хубулава Г.Г., академик РАН

(Санкт-Петербург)

Честухин В.В., профессор (Москва)

Шахов Б.Е., профессор (Нижний Новгород)

Шляхто Е.В., академик РАН

(Санкт-Петербург)

Шнейдер Ю.А., профессор (Калининград)

Шпектор А.В., профессор (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 (3): 261–392

DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3

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. 3

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)	Paleev F.N., Corresponding Member of RAS (Moscow)
Chernyavskiy M.A., PhD (Saint Petersburg)	Petrosyan K.V., PhD (Moscow)
Fedorchenko A.N., PhD (Krasnodar)	Polyakov R.S., PhD (Moscow)
Ganyukov V.I., PhD (Kemerovo)	Pursanov M.G., PhD (Moscow)
Granada J.F. (New York, USA)	Reimers B. (Milan, Italy)
Hijazi Z.M., Professor (Doha, Qatar)	Rudenko B.A., PhD (Moscow)
Kandyba D.V. (Saint Petersburg)	Samko A.N., Professor (Moscow)
Krestyaninov O.V., PhD (Novosibirsk)	Semitko S.P., PhD (Moscow)
Matchin Yu.G., Professor (Moscow)	Skrypnik D.V., Professor (Moscow)
Merkulov E.V., PhD (Moscow)	

Advisory Board

Akchurin R.S., Academician of RAS (Moscow)	Podzolkov V.P., Academician of RAS (Moscow)
Belov Yu.V., Academician of RAS (Moscow)	Porkhanov V.A., Academician of RAS (Krasnodar)
Belozerov G.E., Professor (Moscow)	Prokubovskiy V.I., Professor (Moscow)
Bockeria L.A., Academician of RAS (Moscow)	Rabkin I.Kh., Corresponding Member of RAS (Boston, USA)
Borisova N.A., Professor (Saint Petersburg)	Shakhov B.E., Professor (Nizhniy Novgorod)
Chestukhin V.V., Professor (Moscow)	Shlyakhto E.V., Academician of RAS (Saint Petersburg)
Dzemeshevich S.L., Professor (Moscow)	Shneider Yu.A., Professor (Kaliningrad)
Gavrilenko A.V., Academician of RAS (Moscow)	Shpektor A.V., Professor (Moscow)
Golukhova E.Z., Academician of RAS (Moscow)	Sukhov V.K., Professor (Saint Petersburg)
Karaskov A.M., Academician of RAS (Novosibirsk)	Zatevakhin I.I., Academician of RAS (Moscow)
Khubulava G.G., Academician of RAS (Saint Petersburg)	
Mazaev V.P., Professor (Moscow)	

Эндоваскулярная хирургия

Журнал «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

265 From the Editor-in-Chief

Юбилей

Anniversary

Алесян Б.Г., Глянцев С.П., Петросян К.В. Профессор Юрий Самуилович Петросян – пионер отечественной рентгенэндоваскулярной хирургии заболеваний сердца и сосудов (к 100-летию со дня рождения)

267 **Alekyan B.G., Glyantsev S.P., Petrosyan K.V.** Professor Yuriy Samuilovich Petrosyan – a pioneer of Russian X-ray endovascular surgery of heart and vascular diseases (on the 100th anniversary of his birth)

Обзоры

Reviews

Абоян И.А., Куликовских Я.В., Румбешт В.В., Мкртчян Р.Х., Осокин Р.А., Лавник Д.В., Лузганский Д.С., Оганесян Л.Г. Баллоны с лекарственным покрытием в лечении ишемической болезни сердца

277 **Aboyan I.A., Kulikovskikh Ya.V., Rumbesht V.V., Mkrtychyan R.Kh., Osokin R.A., Lavnik D.V., Luzhanskiy D.S., Oganessian L.G.** Drug-coated balloons in the treatment of coronary artery disease

Айвазян Г.Г., Алесян Б.Г., Бокерия Л.А., Голухова Е.З., Бузиашвили Ю.И., Стаферов А.В., Петросян К.В. Клиническая эффективность и безопасность применения различных методов реваскуляризации миокарда у пациентов с ишемической болезнью сердца и выраженным снижением сократительной способности миокарда

290 **Ayvazyan G.G., Alekyan B.G., Bockeria L.A., Golukhova E.Z., Buziashvili Yu. I., Staferov A.V., Petrosyan K.V.** Clinical safety and efficiency of different strategies for myocardial revascularisation in patients with coronary heart disease and severely reduced myocardial contractility (LVEF < 30%)

Оригинальные статьи

Original articles

Соловьев В.А., Ардеев В.Н., Зауралов О.Е., Малишевский Л.М., Кочанов И.Н., Миронов В.В., Каледин А.Л., Бурак Т.Я., Сеletzкий С.С., Козаев А.В., Гарин Ю.Ю., Ибрагимов И.М., Белков М.А., Кирпичников И.Р., Латкин О.Е., Газизов Д.В. Оценка предикторов развития синдрома no-reflow у пациентов с острым коронарным синдромом и подъемом сегмента ST по данным внутрисосудистого ультразвукового исследования

302 **Solovyev V.A., Ardeev V.N., Zauralov O.E., Malishevskiy L.M., Kochanov I.N., Mironov V.V., Kaledin A.L., Burak T.Ya., Seletskiy S.S., Kozayev A.V., Garin Yu.Yu., Ibragimov I.M., Belkov M.A., Kirpichnikov I.R., Latkin O.E., Gazizov D.V.** Evaluation of predictors of the development of no-reflow syndrome in patients with acute ST-elevation myocardial infarction according to intravascular ultrasound data

Костин А.В., Касьянова О.В., Скрыпник Д.В. Госпитальные результаты оценки безопасности и эффективности стента Yukon Chrome PC российского производителя в популяции пациентов, нуждающихся в чрескожной реваскуляризации миокарда

313 **Kostin A.V., Kasyanova O.V., Skrypnik D.V.** In-hospital safety and efficacy results of the Yukon Chrome PC stent in a population of patients undergoing percutaneous coronary intervention

Малеванный М.В., Хрипун А.В., Строков Д.С., Тадиева Е.В. Анализ результатов оптической когерентной томографии для оценки эффективности и резорбции имплантируемых биорезорбируемых стентирующих каркасов в отдаленном периоде

322 **Malevanny M.V., Khripun A.V., Stokov D.S., Tadiyeva E.V.** Analysis of the results of optical coherence tomography to assess the effectiveness and resorption of implantable bioresorbable stenting frames in the long-term

Алесян Б.Г., Шейхов С.Д., Тимина И.Е., Варава А.Б., Чупин А.В., Ревшвили А.Ш. Госпитальные и 30-дневные результаты каротидного стентирования у асимптомных пациентов в зависимости от ультразвуковой характеристики атеросклеротической бляшки

331 **Alekyan B.G., Sheykhov S.D., Timina I.E., Varava A.B., Chupin A.V., Revishvili A.Sh.** In-hospital and 30-day outcomes of carotid stenting in asymptomatic patients according to ultrasound characteristics of atherosclerotic plaque

Данилова Д.А., Майстренко Д.Н., Генералов М.И., Иванов А.С., Кокорин Д.М., Олещук А.Н. Значение оценки периферического сопротивления русла оттока по шкале Рутерфорда для прогнозирования эффективности реваскуляризации у больных с облитерирующими заболеваниями артерий нижних конечностей

340 **Danilova D.A., Maystrenko D.N., Generalov M.I., Ivanov A.S., Kokorin D.M., Oleshchuk A.N.** Significance of Rutherford peripheral outflow resistance assessment for prediction of revascularization efficacy in patients with obliterating lower extremity arterial diseases

Шайхутдинов Б.И., Сысоев В.М., Фоминых Н.М., Абугов С.А., Романенко С.В., Габараев А.И. Повторные эндоваскулярные вмешательства на центральных венах у пациентов, находящихся на программном гемодиализе

352 **Shaykhtudinov B.I., Sysoev V.M., Fominykh N.M., Abugov S.A., Romanenko S.V., Gabaraev A.I.** Repeated endovascular interventions on central veins in hemodialysis patients

Клинические наблюдения

Case reports

Калюжный В.А., Майнгарт С.В., Лашевич К.А., Федорченко А.Н., Порханов В.А. Техника субинтимального стентирования коронарных артерий при ригидных кальцинированных поражениях

360 **Kalyuzhny V.A., Mayngart S.V., Lashevich K.A., Fedorchenko A.N., Porkhanov V.A.** Technique for subintimal stenting of coronary arteries for rigid calcified lesions

Рзаева К.А., Соинов И.А., Кулябин Ю.Ю., Войтов А.В., Архипов А.Н., Горбатов Ю.Н. Эндоваскулярная паллиативная коррекция атрезии легочной артерии с интактной межжелудочковой перегородкой

371 **Rzaeva K.A., Soynov I.A., Kulyabin Yu.Yu., Voytov A.V., Arkhipov A.N., Gorbatykh Yu.N.** Endovascular palliative correction of pulmonary atresia with an intact interventricular septum

Пурсанов М.Г., Абрамян М.А., Зекир Э.А., Ластовка В.А., Гоцкина А.Ю. Реканализация и стентирование облитерированного открытого артериального протока при изолированной агенезии левой легочной артерии у ребенка в возрасте 3 месяцев

377 **Pursanov M.G., Abramyan M.A., Zekir E.A., Lastovka V.A., Gotskina A.Yu.** Recanalization and stenting of the obliterated patent ductus arteriosus in a 3-month-old infant with isolated agenesis of the left pulmonary artery

Поляков Р.С., Карамян Д.А., Пурецкий М.В., Марданян Г.В., Власко Г.С., Сафонова В.М., Кур-ипа К.А., Чаргазия Ш.Г., Карук М.В., Абугов С.А. Способ изолированного эндопротезирования подвздошных артерий реверсированным модифицированным бифуркационным стент-графтом

384 **Polyakov R.S., Karamyan D.A., Pureskiy M.V., Mardanyan G.V., Vlasko G.S., Safonova V.M., Kur-ipa K.A., Chargaziya Sh.G., Karuk M.V., Abugov S.A.** A method of isolated endovascular iliac artery aneurysm repair by a reversed, physician-modified endovascular iliac side branch device

От главного редактора

Уважаемые коллеги!

Представляем вашему вниманию третий номер нашего журнала «Эндоваскулярная хирургия», в который традиционно включены работы, посвященные самым интересным и актуальным вопросам эндоваскулярного лечения ишемической болезни сердца, сосудистой патологии, врожденных и приобретенных пороков сердца.

Открывает номер статья, посвященная столетнему юбилею пионера и одного из основоположников отечественной эндоваскулярной хирургии – профессора Юрия Самуиловича Петросяна. Среди хирургической элиты СССР и Российской Федерации лауреат Государственной премии СССР, заслуженный деятель науки профессор Юрий Самуилович Петросян занимает особое место. В 1967 г., заведя лабораторией внутрисердечных методов исследования ИССХ им. А.Н. Бакулева АМН СССР (ныне – НМИЦ сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева Минздрава России), он выполнил первую в СССР эндоваскулярную внутрисердечную операцию – баллонную атриосептостомию у новорожденного ребёнка с полной транспозицией аорты и легочной артерии, открыв тем самым в нашей стране эру рентгенэндоваскулярной хирургии заболеваний сердца и сосудов. И в том, что сегодня рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение является врачебной и научной специальностью, и в том, что по научно- и технологичности она занимает ведущее место среди других направлений сердечно-сосудистой хирургии и кардиологии, есть огромный вклад Ю.С. Петросяна, его учеников и его научного и практического наследия.

В статье И.А. Абояна, Я.В. Куликовских, В.В. Румбешт и соавт. представлен обзор результатов исследований, а также освещены возможности применения баллонных катетеров с лекарственным покрытием у пациентов с ишемической болезнью сердца в различных клинических ситуациях. В следующей работе – Г.Г. Айвазяна, Б.Г. Алекаяна, Л.А. Бокерия и соавт. представлен обзор исследований, посвященных изучению клинической эффективности и безопасности различных методов реваскуляризации миокарда у пациентов



с ишемической болезнью сердца и систолической дисфункцией левого желудочка.

Раздел оригинальных статей открывает работа В.А. Соловьева, В.Н. Ардеева, О.Е. Зауралова и соавт., в которой проведена оценка предикторов развития синдрома no-reflow у пациентов с острым коронарным синдромом и подъемом сегмента ST по данным внутрисосудистого ультразвукового исследования. В одноцентровое ретроспективное исследование был включен 161 пациент с ОКСпST, эндоваскулярные вмешательства выполнялись с применением внутрисосудистого УЗИ. Проведенный авторами анализ продемонстрировал, что только площадь атеромы в срезе с максимальным Plaque burden является независимым предиктором развития синдрома no-reflow. В следующей статье – А.В. Костина, О.В. Касьяновой и Д.В. Скрыпника представлены госпитальные результаты оценки безопасности и эффективности стента Yukon Chrome PC российского производителя в популяции пациентов, нуждающихся в чрескожной реваскуляризации миокарда. Работа М.В. Малеванного, А.В. Хрипуна, Д.С. Строкова и Е.В. Тадиевой посвящена оценке эффективности и безопасности биорезорбируемых стентированных каркасов в отдаленном периоде наблюдения по данным анализа результатов оптической когерентной томографии. В оригинальной статье Б.Г. Алекаяна, С.Д. Шейхова, И.Е. Тиминой и соавт. приведены результаты изучения госпитальных и 30-дневных результатов каротидного стентирования у асимптомных пациентов в за-

висимости от ультразвуковой характеристики атеросклеротической бляшки. Д.А. Данилова, Д.Н. Майстренко, М.И. Генералов и соавт. в своей работе рассматривают значение оценки периферического сопротивления русла оттока по шкале Рутерфорда в плане прогнозирования эффективности выполнения реваскуляризации при облитерирующих заболеваниях артерий нижних конечностей. Завершает раздел оригинальных статей работа Б.И. Шайхутдинова, В.М. Сысоева, Н.М. Фоминых и соавт., в которой представлены результаты повторных эндоваскулярных вмешательств на центральных венах у пациентов с хронической болезнью почек, находящихся на программном гемодиализе.

Раздел клинических наблюдений открывает работа В.А. Калюжного, С.В. Майнгарта, К.А. Лашевича и соавт., где на клиническом примере описан опыт применения техники субинтимального стентирования коронарных артерий при ригидных кальцинированных атеросклеротических поражениях. К.А. Рзаева, И.А. Сойнов, Ю.Н. Кулябин и соавт. в сво-

ей статье приводят случай эндоваскулярной паллиативной коррекции атрезии легочной артерии с интактной межжелудочковой перегородкой. В клиническом наблюдении М.Г. Пурсанова, М.А. Абрамяна, Э.А. Зекира и соавт. продемонстрированы результаты реканализации и стентирования облитерированного открытого артериального протока при изолированной агенезии левой легочной артерии у ребенка в возрасте 3 мес. Завершает раздел статья Р.С. Полякова, Д.А. Карамян, М.В. Пурецкого и соавт., которые приводят клиническое наблюдение изолированного эндопротезирования подвздошных артерий реверсированным модифицированным бифуркационным стент-графтом.

Надеемся, что представленные в этом номере журнала статьи привлекут ваше внимание, будут интересны и полезны в клинической работе. Мы 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

Юбилей

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.1-089.819(091)

Профессор Юрий Самуилович Петросян – пионер отечественной рентгенэндоваскулярной хирургии заболеваний сердца и сосудов (к 100-летию со дня рождения)

Б.Г. Алекян¹, С.П. Глянцев^{1✉}, К.В. Петросян²¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России, Москва, Российская Федерация² ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России, Москва, Российская Федерация**Алекян Баграт Гегамович**, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, заместитель директора по науке; orcid.org/0000-0001-6509-566X**Глянцев Сергей Павлович**, д-р мед. наук, профессор, гл. науч. сотр.; orcid.org/0000-0003-2754-836X, e-mail: spglyantsev@mail.ru**Петросян Карен Валерьевич**, д-р мед. наук, заведующий отделением; orcid.org/0000-0002-3370-0295**Резюме**

Среди хирургической элиты СССР и Российской Федерации лауреат Государственной премии СССР, заслуженный деятель науки профессор Юрий Самуилович Петросян занимает особое место. В 1967 г., заведя лабораторией внутрисердечных методов исследования ИССХ им А.Н. Бакулева АМН СССР (ныне – НМИЦ сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева Минздрава России), он выполнил первую в СССР эндоваскулярную внутрисердечную операцию – баллонную атриосептостомию – у новорожденного ребенка с полной транспозицией аорты и легочной артерии, открыв тем самым в стране эру рентгенэндоваскулярной хирургии заболеваний сердца и сосудов. И в том, что сегодня рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение является врачебной и научной специальностью, и в том, что по научно- и технологичности она занимает основное место среди других направлений кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии, есть огромный вклад Ю.С. Петросяна, его учеников и их научно-практического наследия.

Ключевые слова: история хирургии, сердечно-сосудистая хирургия, рентгенэндоваскулярная хирургия, Юрий Самуилович Петросян

Для цитирования: Алекян Б.Г., Глянцев С.П., Петросян К.В. Профессор Юрий Самуилович Петросян – пионер отечественной рентгенэндоваскулярной хирургии заболеваний сердца и сосудов (к 100-летию со дня рождения). *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (3): 267–276. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-267-276

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 01.07.2024
Принята к печати 23.08.2024

Professor Yuriy Samuilovich Petrosyan – a pioneer of Russian X-ray endovascular surgery of heart and vascular diseases (on the 100th anniversary of his birth)

B.G. Alekyan¹, S.P. Glyantsev^{1✉}, K.V. Petrosyan²¹ National Medical Research Center of Surgery A.V. Vishnevsky, Moscow, Russian Federation² Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, Russian Federation**Bagrat G. Alekyan**, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of RAS, Deputy Director; orcid.org/0000-0001-6509-566X**Sergey P. Glyantsev**, Dr. Med. Sci., Professor, Chief Research Fellow; orcid.org/0000-0003-2754-836X, e-mail: spglyantsev@mail.ru**Karen V. Petrosyan**, Dr. Med. Sci., Head of Department; orcid.org/0000-0002-3370-0295**Abstract**

Among the surgical elite of the USSR and the Russian Federation, the USSR State Prize laureate, Honored Scientist Professor Yuri Samuilovich Petrosyan occupies a special place. In 1967, heading the laboratory of intracardiac methods of research of Bakoulev Institute for Cardiovascular Surgery of the USSR Academy of Medical Sciences

(now Bakulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery of the Ministry of Health of Russia), he performed the first endovascular intracardiac operation in the USSR – balloon atrioseptostomy – on a newborn child with complete transposition of the aorta and pulmonary artery, thereby opening the era of X-ray endovascular surgery for heart and vascular diseases in the country. And the fact that today X-ray endovascular diagnostics and treatment is a medical and scientific specialty, and that in terms of science and technology intensity it occupies a leading place among other areas of cardiology and cardiovascular surgery, is the enormous contribution of Yu.S. Petrosyan, his students and their scientific and practical heritage.

Keywords: history of surgery, cardiovascular surgery, X-ray endovascular surgery, Yuriy Samuilovich Petrosyan

For citation: Alekyan B.G., Glyantsev S.P., Petrosyan K.V. Professor Yuriy Samuilovich Petrosyan – a pioneer of Russian X-ray endovascular surgery of heart and vascular diseases (on the 100th anniversary of his birth). *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (3): 267–276 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-267-276

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

Received July 01, 2024
Accepted August 23, 2024

Юрий Самуилович Петросян родился 25 августа 1924 г. в Тифлисе (в 1946 г. Тифлис был переименован в Тбилиси) (рис. 1). Его отец, Самуил Мартиросович Петросян, работал заместителем директора Тифлиского предприятия «Плодоовощторг», а мать, Люся Меликовна, трудилась художником на фабрике. В Тифлисе Юрий окончил среднюю школу № 43 и в 1942 г. поступил в Тифлисский медицинский институт, в котором курсом старше учился Владимир Бураковский.

Будущие выдающиеся ученые нашей страны познакомились и подружились в хирургической клинике Тифлисской Больницы скорой помощи, в которой был развернут крупный го-

спиталь для раненых и где студентами подрабатывали Ю.С. Петросян и В.И. Бураковский. Они транспортировали и помогали перевязывать раненых и больных, внимательно наблюдали за работой хирургов во время операций, ассистировали им, много дежурили и читали хирургическую литературу. Вместе они стали заниматься научными исследованиями в студенческом кружке на кафедре оперативной хирургии и топографической анатомии Тифлиского государственного института для усовершенствования врачей (ГИДУВ), располагавшейся на базе хирургических отделений больницы.

О сформировавшейся уже в те годы активной жизненной и общественной позиции Ю.С. Петросяна говорит тот факт, что на старших курсах Юрий возглавлял комсомольскую организацию института, а в 1946 г. вступил в ряды Всесоюзной коммунистической партии (большевиков) ВКП(б), что среди студенчества тех лет было редким явлением.

Окончив в 1947 г. институт с отличием, Ю.С. Петросян был принят на работу ординатором клиники общей хирургии Тбилисского мединститута, располагавшейся на базе хирургических отделений 2-й городской больницы г. Тбилиси, а с апреля по декабрь 1948 г. – совмещал работу хирурга и преподавателя пропедевтической кафедры с обязанностями старшего лаборанта кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии ГИДУВ'а. Любопытно, что на этой должности Ю.С. Петросян сменил В.И. Бураковского, уехавшего в феврале 1948 г. в Ленинградский ГИДУВ поступать в аспирантуру по нейрохирургии. Заметим, что обе эти кафедры в то время возглавлял заслуженный деятель науки, профессор Д.Г. Иоселиани, ставший



Рис. 1. Профессор Ю.С. Петросян. 1970-е годы

таким образом первым учителем в хирургии и В.И. Бураковского и Ю.С. Петросяна. Могли Юрий тогда предполагать, что через 10 лет их пути вновь пересекутся, что дальше они пойдут по жизни и профессии вместе и что покинут этот мир в одном и том же 1994 году?

В апреле 1949 г. Ю.С. Петросян перешел на работу вольнонаемным хирургом в хирургическое отделение Окружного военного госпиталя Закавказского военного округа, которым командовал главный хирург округа, профессор, полковник медицинской службы Н.И. Кукуджанов. Возможно, именно он посоветовал молодому ординатору связать свою жизнь с военной хирургией, потому что через год Ю.С. Петросян надел лейтенантские погоны с медицинской эмблемой. Служил он, естественно, хирургом, под началом Н.И. Кукуджанова в военных госпиталях Тбилиси и Батуми.

В 1951 г. способного хирурга, к тому же свободно владеющего немецким языком, перевели старшим ординатором в военный госпиталь Группы советских войск, расквартированных в Германской Демократической Республике (ГДР). Там, в Германии, Ю.С. Петросян окончил вечерний Институт марксизма-ленинизма Вооруженных Сил Союза Советских Социалистических Республик (СССР). С тех пор его нередко избирали в партийные органы и давали различные общественные поручения.

Демобилизовавшись в мае 1957 г. в звании капитана медицинской службы с должности начальника хирургического отделения госпиталя Закавказского военного округа, где в 1949 г. он начинал службу, Ю.С. Петросян решил заняться научными исследованиями. Что же к этому времени он умел? Научные интересы будущего крупнейшего рентгенэндоваскулярного хирурга тогда были очень широкими и простирались от патогенеза терминальных илеитов до разработки метода внутрикостной фиксации переломов длинных трубчатых костей. Кстати, свою первую печатную работу Ю.С. Петросян опубликовал в 1955 г. в 5-м номере журнала «Ортопедия, травматология и протезирование» под названием «Случай повторного перелома бедра после остеосинтеза с переломом металлического гвоздя».

Заручившись рекомендациями своих учителей, Д.Г. Иоселиани и Н.И. Кукуджанова, в июне 1957 г. Ю.С. Петросян приехал в Москву

для сдачи вступительных экзаменов в аспирантуру по хирургии при Институте грудной хирургии (ИГХ) Академии медицинских наук (АМН) СССР. «Добросовестное отношение к своим обязанностям, любовь к делу и умение находить общий язык с больными, живость ума и стремление усвоить все новое сделает из него хорошего научного работника», – такими словами характеризовал своего воспитанника профессор Д.Г. Иоселиани. «Врача Петросяна вполне можно рекомендовать кандидатом для дальнейшей подготовки в клинической хирургии и научной работы», – вторил ему профессор Н.И. Кукуджанов.

Экзамены были успешно сданы, но учеба в аспирантуре начиналась только в сентябре. Конечно, можно было в июле-августе отдохнуть, но Ю.С. Петросян принял другое решение. Вернувшись в Тбилиси, он на два месяца устроился работать врачом ночного пункта неотложной помощи в Городскую больницу № 22.

Так совпало, или и тут не обошлось без легкой руки его студенческого друга, когда-то приобщившего его к хирургии, но в 1957 г. они приехали в Москву практически вместе: Ю.С. Петросян – в аспирантуру Института грудной хирургии АМН СССР (рис. 2), а демобилизованный из армии



Рис. 2. Аспирант Института грудной хирургии АМН СССР Ю.С. Петросян. 1957 г.



Рис. 3. Ведущие специалисты Института сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева АМН СССР (слева направо): Г.Г. Гельштейн, М.А. Иванецкая, Ю.С. Петросян, А.С. Ровнов. 1970-е годы

В.И. Бураковский – в Институт хирургии им. А.В. Вишневского АМН СССР на должность руководителя группы хирургии врожденных пороков сердца.

Конечно же, не мысливший себя в другой профессии, Ю.С. Петросян хотел продолжить свое усовершенствование в хирургии, чем и занимался в течение первых 6 месяцев аспирантуры. Но судьба распорядилась иначе. Весной 1958 г., совершенно неожиданно для него, ставший после академика А.Н. Бакулева директором Института грудной хирургии, профессор А.А. Бусалов поручил ему для разработки не хирургическую тему, а физиологическую и диагностическую «Гемодинамические изменения у больных приобретенными пороками сердца».

Дело в том, что в 1951–1955 гг. в Италии (М. Dogliotti), Соединенных Штатах Америки (США) (J. Lewis, J. Gibbon, W. Lillehei, J. Kirklin) и Швеции (С. Crafford) были сделаны первые операции на открытом сердце в условиях искусственного кровообращения и гипотермии. В 1957–1959 гг. такие операции были проведены и в СССР (А.А. Вишневский, В.И. Бураковский – в Институте хирургии им. А.В. Вишневского; М.В. Муравьев, С.А. Колесников, В.А. Бухарин – в Институте грудной хирургии).

Тогда же, в середине 1950-х годов, наряду с развитием сердечной хирургии, наиболее активно проблему разработки и внедрения в клинику диагностических процедур при пороках и заболеваниях сердца решали коллективы кафедры факультетской хирургии 2-го Московского государственного медицинского института (МГМИ) и Института груд-

ной хирургии, которыми руководил академик А.Н. Бакулев. Так, в 1953 г. докторскую диссертацию «Ангиокардиография у больных с врожденными пороками сердца» под руководством А.Н. Бакулева защитил Е.Н. Мешалкин. Годом позже вышла в свет его монография «Зондирование и контрастное исследование сердца и магистральных сосудов». Тогда же по проблеме зондирования полостей сердца при врожденных пороках кандидатскую диссертацию выполнил В.С. Савельев. Необходимо отметить, в этот период все катетеризации полостей сердца под руководством А.Н. Бакулева проводили Е.Н. Мешалкин и В.С. Савельев.

Кроме того, помимо В.С. Савельева, в том же 1957 году в рентгеновском отделении института под руководством М.А. Иванецкой над выполнением докторской диссертации под названием «Рентгенодиагностика врожденных пороков сердца и больших сосудов» трудился ассистент кафедры рентгенологии Ереванского ГМИ, а позднее – директор Ереванского Научно-исследовательского института (НИИ) кардиологии Министерства здравоохранения Армянской ССР К.А. Кандарян.

В 1956 г. работы в области катетеризации сердца и внутрисердечной диагностики при заболеваниях сердечно-сосудистой системы получили мировое признание. Ее пионеры – W. Forssman (Германия), D. Richards и A. Cournand (США) «за открытия, касающиеся катетеризации сердца и патологических изменений в системе кровообращения» были удостоены Нобелевской премии по физиологии и медицине.

Все это свидетельствовало о том, что ко времени поступления Ю.С. Петросяна

в аспирантуру рентгенологическая диагностика в сердечной хирургии была крайне актуальной, совершенно не изученной и находившейся на стыке нескольких специальностей проблемой.

Поэтому клинический материал для диссертации в конце 1957 – начале 1958 г. аспирант Ю.С. Петросян стал собирать сразу в трех подразделениях института – во II хирургическом (сердечном) отделении под руководством одного из пионеров хирургии ревматических пороков сердца, доктора медицинских наук С.А. Колесникова, в рентгеновском отделении, которым заведовала пионер кардиорентгенологии, кандидат медицинских наук, доцент М.А. Иваницкая, и в кабинете зондирования сердца, который, согласно архивным документам, «внештатно» возглавлял кандидат медицинских наук В.С. Савельев.

В 1959 г., обобщив опыт кафедры факультетской хирургии и ИГХ в области диагностики врожденных пороков сердца, В.С. Савельев защитил докторскую диссертацию под названием «Гемодинамика при врожденных пороках сердца», а вскоре вышли написанная им в соавторстве с М.А. Иваницкой книга «Рентгенологическое исследование при врожденных пороках сердца» (1960 г.) и изданный по материалам диссертации труд «Зондирование и ангиокардиография при врожденных пороках сердца» (1961 г.).

Таким образом, после Д.Г. Иоселиани и Н.И. Кукуджанова учителями будущего рентгенохирурга Ю.С. Петросяна стали кардиохирург С.А. Колесников (руководитель диссертации), рентгенолог М.А. Иваницкая (рис. 3) и специалист в области зондирования сердца хирург В.С. Савельев. В 1959 г. после успешной защиты диссертации Виктор Сергеевич занял должность профессора кафедры факультетской хирургии 2-го МГМИ. Кабинет зондирования сердца, который возглавлял В.С. Савельев, остался без заведующего.

Это обстоятельство стало причиной того, что в июне 1959 г. по ходатайству директора ИГХ профессора А.А. Бусалова министр здравоохранения СССР С.В. Курашов досрочно отчислил Ю.С. Петросяна из аспирантуры, а А.А. Бусалов принял его на работу младшим научным сотрудником рентгеновского отделения и исполняющим обязанности руководителя созданной на базе кабинета зондирования

сердца группы ангиокардиографии и зондирования сердца.

Будучи хирургом и работая в тесном контакте с сотрудниками II хирургического отделения, Ю.С. Петросян помог А.Д. Леванту выполнить внутрисердечные исследования у больных со стенозом трикуспидального клапана, Г.И. Цукерману – обследовать больных с аортальным стенозом, М.В. Муравьеву – в диагностике подклапанного стеноза аорты, а заведующему отделением С.А. Колесникову – в изучении гемодинамики при митральном стенозе, что легло в основу защищенной Ю.С. Петросяном в 1959 г. кандидатской диссертации на тему «Гемодинамика при митральном стенозе». И только получив в 1960 г. диплом кандидата медицинских наук и возможность занять должность старшего научного сотрудника, он возглавил группу ангиокардиографии и зондирования сердца на правах ее руководителя.

В том же году по инициативе А.А. Бусалова и ставшего его заместителем С.А. Колесникова Ю.С. Петросян был командирован в Швецию для ознакомления с современной рентгенодиагностической аппаратурой. Вскоре для ИГХ были закуплены современный электронно-оптический преобразователь и рентгенологический аппарат фирмы «Elema» (Швеция), позволявший не только делать серийные снимки, но и снимать диагностический процесс на киноплёнку. Аппаратура была смонтирована в отдельном помещении института, получившем название «Кабинет ангиокардиографии и зондирования сердца», ставшем настоящей Меккой для кардиологов и хирургов. Этот кабинет и заняла группа Ю.С. Петросяна.

Архивные документы свидетельствуют, что после получения новой аппаратуры диагностическая активность группы резко возросла. Так, если в 1958 г. всего в институте было выполнено 134 зондирования сердца и 164 ангиокардиографии, то в 1961 г. сотрудники группы под руководством Ю.С. Петросяна провели 1838 специальных исследований, включавших 672 зондирования сердца, 167 пункций левого желудочка, 137 вентрикулографий, 20 коронарографий, 195 ангиокардиографий, 78 аортографий и других процедур. Согласно отчету Института сердечно-сосудистой хирургии (ИССХ) АМН СССР за 1961 г. в институте впервые были внедрены методики пункцион-

ной вентрикулографии, трансфеморальной аортографии по Селдингеру, коронарографии.

В 1964 г. Ю.С. Петросян был командирован в Краков (Польша), где на XXII съезде польских радиологов выступил с докладом «Коронарография в клинике и эксперименте», а затем – в Прагу (Чехословакия), где с трибуны IV Европейского Конгресса кардиологов сообщил о рентгенодиагностике врожденных внутрисердечных опухолей.

В конце 1965 г. Ю.С. Петросян защитил докторскую диссертацию на тему «Гемодинамика при приобретенных пороках сердца по данным катетеризации и ангиокардиографии» (рис. 4). Ее консультантом был ставший в 1959 г. директором ИССХ АМН СССР профессор С.А. Колесников.

В декабре 1966 г. по инициативе нового директора института профессора В.И. Бураковского 42-летний доктор медицинских наук Ю.С. Петросян возглавил лабораторию внутрисердечных методов исследования. За пять последующих лет сотрудники лаборатории под руководством Ю.С. Петросяна выполнили более 8000 внутрисердечных исследований!

Именно в стенах своей лаборатории в 1967 г. он выполнил ставшие историческими первые в стране внутрисердечные операции по мето-

дике Rashkind при одном из самых сложных «критических» пороков сердца – транспозиции магистральных артерий – у новорожденных и детей раннего возраста. Подчеркнем, что в течение длительного времени эту процедуру в стране выполняли только Ю.С. Петросян и его сотрудники. В том же 1967 году он побывал в ФРГ, где познакомился с легендой мировой интервенционной кардиологии, Нобелевским лауреатом W. Forssmann. Забегая вперед, укажем, что первое сообщение о своем опыте закрытой атриосептостомии как неотложной операции у детей раннего возраста и новорожденных с транспозицией сосудов и трикуспидальной атрезией Ю.С. Петросян сделал на III Научной конференции Литовского кардиологического общества в 1972 г., а затем, в двух номерах журнала «Грудная хирургия» за тот же год, опубликовал две статьи на эту тему. Почему так поздно, через 5 лет после первой процедуры? Очевидно, новое для советской сердечно-сосудистой хирургии вмешательство выполнялось в те годы достаточно редко, и для набора опыта потребовалось время.

Летом 1968 г. в возрасте 44 лет Ю.С. Петросян стал профессором по специальности «хирургия». Выступая 22 декабря 1967 г. на заседании Ученого совета и рекомендуя кандидатуру коллеги для представления к этому званию, известный советский патолог профессор Я.Л. Рапопорт сказал: «Несмотря на его относительную молодость, о Юрии Самуиловиче можно говорить как о корифее нашей науки... То, что он делает, по плечу только крупному ученому и специалисту...».

В 1969 г. по материалам докторской диссертации Ю.П. Петросян издал монографию «Катетеризация сердца при ревматических пороках», в 1971 г. (в соавторстве с М.А. Иваницкой) написал книгу «Рентгенокинематография в диагностике заболеваний сердца», в 1974 г. (в соавторстве с Л.С. Зингерманом) – ставшую классической монографию «Коронарография», в 1975 г. (в соавторстве с В.С. Савельевым, А.В. Покровским и В.И. Прокубовским) – руководство «Ангиографическая диагностика заболеваний аорты и ее ветвей», в 1981 г. (в соавторстве с В.А. Бухариным и А.В. Иваницким) – монографию «Пороки конотрункуса», а в 1983 г. (в соавторстве с Б.Е. Шаховым) – книгу «Коронарное русло у больных с постинфарктной аневризмой левого желудочка сердца».



Рис. 4. Доктор медицинских наук Ю.С. Петросян. 1965 г.

Постепенно авторитет и труды Ю.С. Петросяна приобрели всесоюзную и международную известность. В 1970 г. вместе со своим первым докторантом Л.С. Зингерманом он выполнил первую в стране *селективную коронарографию*. В 1973 г. на XI Всесоюзном симпозиуме по современным методам селективной ангиографии в Москве была принята предложенная и разработанная им классификация поражения коронарных артерий, а также методика оценки суммарного их поражения, не потерявшая своего значения до настоящего времени. В апреле того же года Ю.С. Петросян участвовал в работе Первого советско-американского симпозиума по врожденным порокам сердца с работами «Хирургическое лечение врожденных свищей коронарных артерий» и «Паллиативные операции при транспозиции аорты и легочной артерии и атрезии трикуспидального клапана», в которых он принимал участие как соавтор. Симпозиум проходил в Вашингтоне (США), а результаты рентгенологических исследований Ю.С. Петросяна соответствовали мировому уровню, разве что только количественно уступая зарубежным. После симпозиума советских хирургов пригласил в свою клинику в Хьюстоне М. DeBakey

(рис. 5). Не случайно в 1978 г. Ю.С. Петросян как крупнейший в стране специалист в области интервенционной кардиологии был включен в состав делегации советских кардиологов для участия в VIII Всемирном кардиологическом конгрессе в Японии.

Соответственно изменилась и организационная сторона его деятельности. В 1971 г. по его инициативе на основе лаборатории внутрисосудистых методов исследования была создана лаборатория рентгенохирургических исследований сердца и сосудов (РХИСиС), в 1982 г. получившая статус отделения с несколько измененным названием. Изменение касалось в добавлении всего лишь одного слова, но оно было поистине революционным. Отделение стало называться отделением рентгенохирургических методов исследования и лечения сердца и сосудов (РХИиЛСС) и ознаменовало начало важнейшего этапа в развитии эндоваскулярных методов диагностики и лечения в СССР: переход от диагностических процедур к лечебным вмешательствам с целью коррекции пороков сердца и сосудов. Бессменным руководителем обеих этих структур практически до конца своих дней оставался профессор Ю.С. Петросян.

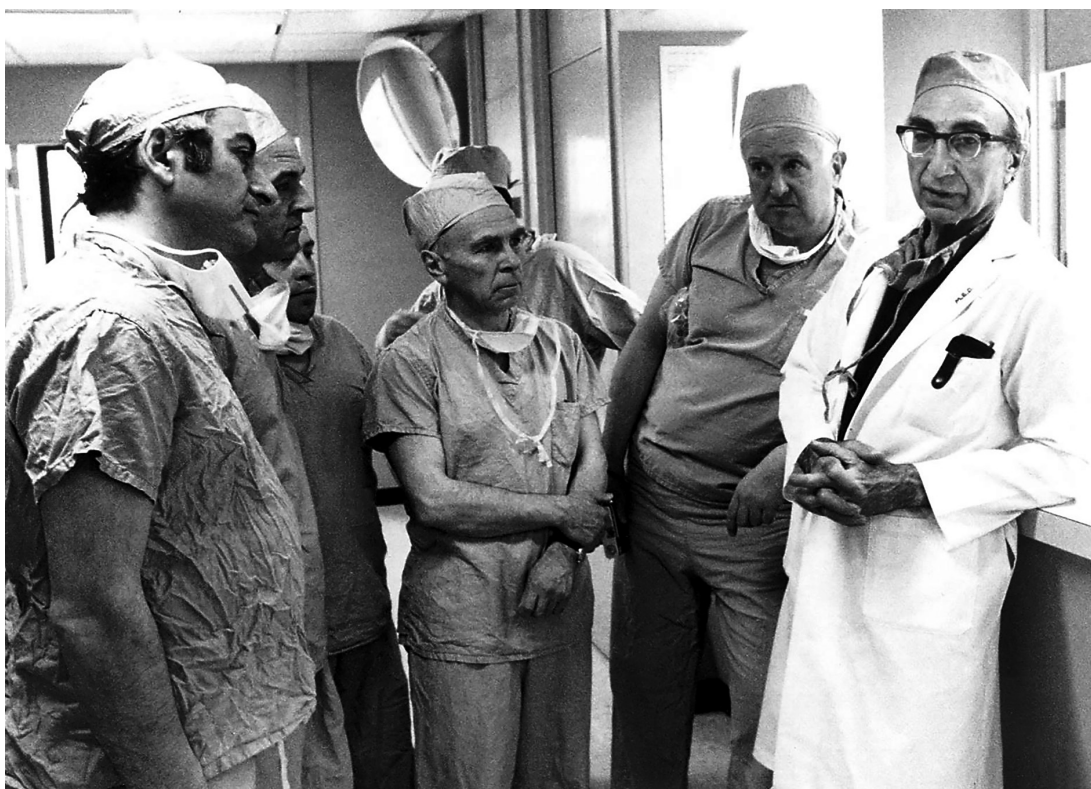


Рис. 5. Группа советских кардиохирургов в клинике М. DeBakey (слева направо): Ю.С. Петросян, В.И. Францев, В.А. Бухарин, Б.А. Королев, Б.А. Константинов (за Б.А. Королевым) и В.И. Бураковский. США, Хьюстон. 1973 г.



Рис. 6. Профессор Ю.С. Петросян в рентгенооперационной. 1980-е годы

Изменение в названии отделения не было номинальным. В нем действительно стали проводиться как диагностические, так и чисто хирургические процедуры (рис. 6). В 1975 г. вскоре после окончания 2-го советско-американского симпозиума впервые в стране Ю.С. Петросян выполнил ножевую атриосептостомию по методике Park при транспозиции магистральных артерий, в 1982 г. – первую в мире транслюминальную эмболизацию коронарно-сердечной фистулы у ребенка в возрасте 11 месяцев доступом через правую общую сонную артерию, в 1983 г. – баллонную ангиопластику изолированных



Рис. 7. Коллеги и друзья – кардиохирурги (слева направо): В.А. Бухарин, В.И. Бураковский, Ю.С. Петросян, Я. Волколаков (Латвийская ССР). 1980-е годы

периферических стенозов легочной артерии, в 1985 г. – баллонную ангиопластику коарктации аорты у ребенка, а в 1988 г. – транслюминальную вальвулопластику врожденного стеноза аортального клапана у ребенка. Постепенно рентгенэндоваскулярные хирурги под руководством Ю.С. Петросяна стали выполнять все большее число оперативных вмешательств по поводу врожденных пороков сердца, в связи с чем детские кардиохирурги шутили, что скоро они останутся совсем без работы (рис. 7).

Благодаря усилиям Ю.С. Петросяна в Институте сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева АМН СССР были внедрены в клиническую практику баллонная ангиопластика почечных артерий при вазоренальной гипертензии, артерий других бассейнов при их окклюзирующих заболеваниях (в частности, коронарных артерий при ишемической болезни сердца), а также методика извлечения инородных тел из полостей сердца и ряд других лечебных вмешательств.

Но внимание Ю.С. Петросяна было направлено и на фундаментальные проблемы. Под его руководством в лаборатории в 1970–1980-е годы были проведены масштабные исследования гемодинамики большого и малого кругов кровообращения при пороках сердца, выполнены приоритетные исследования в области коронарографии, ангиографии и ангиокардиографии при различных состояниях и заболеваниях. 25 октября 1988 г. «За разработку и внедрение в клиническую практику методов диагностики и лечения ишемической болезни сердца» в составе группы сердечно-сосудистых хирургов профессор Ю.С. Петросян был удостоен звания лауреата Государственной премии СССР (рис. 8).

В начале 1980 г., когда в институте начались электрофизиологические исследования (ЭФИ) и хирургия тахикардий, Ю.С. Петросян начал внедрять их в клиническую практику устанавливая стимулирующие электроды в разные позиции в сердце у пациента. Первое же исследование оказалось успешным. После этого Ю.С. Петросян обучил будущего пионера электрофизиологических исследований в нашей стране, ныне – академика РАН А.Ш. Ревитшвили, технике пункции бедренной артерии по Seldinger и проведения катетеров в полости сердца. Так, с легкой руки Ю.С. Петросяна в Научном центре

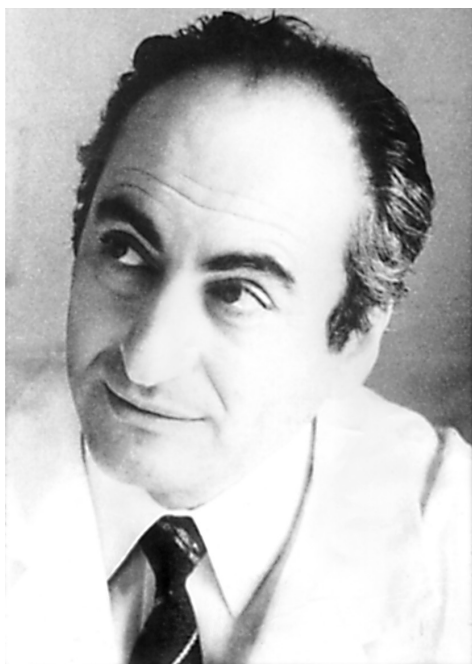


Рис. 8. Профессор Ю.С. Петросян – лауреат Государственной премии СССР. 1980-е годы

сердечно-сосудистой хирургии (НЦССХ) им. А.Н. Бакулева РАМН быстро стала создаваться самобытная школа электрофизиологии.

В должности руководителя созданного им отделения РХИиЛСС профессор Ю.С. Петросян проработал вплоть до начала 1990-х годов (рис. 9). За это время под его руководством в отделении было проведено несколько десятков тысяч внутрисердечных диагностических исследований и эндоваскулярных хирургических вмешательств.

Юрия Самуиловича не стало 21 июля 1994 г., а через 2 месяца (22 сентября того же года) умер его друг и соратник академик РАМН В.И. Бураковский.

Ю.С. Петросян оставил после себя крупную научно-практическую школу специалистов в области рентгенэндоваскулярной диагностики и лечения заболеваний сердца и сосудов, к которой отнесем 12 докторов и 28 кандидатов медицинских наук. В их числе – член-корреспондент РАМН А.В. Иваницкий, академик РАН Б.Г. Алесян, профессора Л.С. Зингерман, Н.С. Бусленко, В.Г. Странин, В.А. Гарибян, Б.Е. Шахов, Г.Е. Белозеров, Р.Р. Голонзко, С. Джошибаев и др.

Но к школе профессора Ю.С. Петросяна с полным правом причисляют себя и те несколько сотен врачей-радиологов из различных уголков страны, которые прошли под его руководством подготовку по рентгено-

контрастным методам исследований сердца и сосудов.

С 1992 по 2016 г. отделением РХИиЛСС руководил ближайший ученик и последователь Ю.С. Петросяна, один из создателей и президент Российского научного общества специалистов по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, главный внештатный специалист по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению Минздрава России, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники и кавалер серебряной и золотой медали академика РАМН В.И. Бураковского академик РАН Б.Г. Алесян. Под его руководством отделение стало лидером в стране по внедрению инновационных эндоваскулярных операций, включая операции при многих врожденных пороках сердца и сосудов, гибридных операций при врожденных пороках сердца, а также транскатетерные имплантации клапана легочной артерии и аорты.

Сотрудники отделения провели большую работу по изданию в 2008 г. уникального трехтомного Национального руководства по рентгенэндоваскулярной хирургии, а также в 2017 г. – четырехтомного Национального



Рис. 9. Профессор Ю.С. Петросян на заседании II Всероссийского съезда сердечно-сосудистых хирургов. Санкт-Петербург. 28 сентября 1993 г.

руководства по рентгенэндоваскулярной хирургии. Благодаря авторитету и научно-организационной деятельности отделения с 1999 по 2011 г. в Москве проводились ежегодные Международные курсы по эндоваскулярной диагностике и лечению заболеваний и пороков сердца, а с 2012 по 2016 гг. – Международные конгрессы TCT Russia.

С 2016 г. отделением руководит д.м.н. К.В. Петросян, который со своей командой успешно продолжает дело, начатое профессором Ю.С. Петросяном.

Благодаря активной деятельности учеников Ю.С. Петросяна в Российской Федерации в 2009 г. Минздрав России утвердил врачебную специальность «рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение», а в 2021 г. появилась и научная (ВАКовская) специальность – «рентгенэндоваскулярная хирургия».

Сегодня мы обязаны помнить о том, что все современные достижения в рентгенэндоваскулярной хирургии не могли быть внедрены в клиническую практику, если бы Ю.С. Петросяном и его коллегами в 60-х и 70-х годах прошлого столетия не были бы разработаны такие технологии, как пункционные методы селективной коронарографии, левосторонней вентрикулографии, транслюмбальной аортографии, эмболизаций и баллонных ангиопластик при многих сердечно-сосудистых заболеваниях.

Осенью 2024 г. в Москве будет проведен научный форум, посвященный 100-летию со дня рождения лауреата Государственной премии СССР, заслуженного деятеля науки профессора Ю.С. Петросяна, на который соберутся его близкие друзья, ученики и последователи, чтобы рассказать о своих достижениях и почтить память своего великого учителя и друга.

Обзоры

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.12-008.46-089.819.5

Баллоны с лекарственным покрытием в лечении ишемической болезни сердца*И.А. Абоян, Я.В. Куликовских[✉], В.В. Румбешт, Р.Х. Мкртчян, Р.А. Осокин, Д.В. Лавник, Д.С. Лужанский, Л.Г. Оганесян*

ГБУ РО «Клинико-диагностический центр "Здоровье"», Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Абоян Игорь Артемович, д-р мед. наук, профессор, главный врач; orcid.org/0000-0002-2798-368X**Куликовских Ярослав Владимирович**, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0002-9234-995X, e-mail: rosweb@mail.ru**Румбешт Виктория Викторовна**, канд. мед. наук, заведующая отделением кардиологии; orcid.org/0000-0003-0647-9393**Мкртчян Роберт Хазарович**, заведующий кардиохирургическим отделением; orcid.org/0000-0002-9928-9312**Осокин Роман Александрович**, заведующий отделением анестезиологии-реанимации № 2; orcid.org/0000-0001-7764-446X**Лавник Дина Владимировна**, канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-9761-3510**Лужанский Даниил Сергеевич**, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-0788-1256**Оганесян Лина Гамлетовна**, сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0001-5614-5514**Резюме**

В настоящее время имплантация стента с лекарственным покрытием является основой чрескожных коронарных вмешательств. В последние годы в клинической практике при реваскуляризации все более широко применяются баллонные катетеры с лекарственным покрытием, позволяющие преодолеть ряд ограничений, характерных для стентов, и реализующие концепцию «ничего не оставлять позади». В статье представлены обзор результатов исследований, а также возможности применения баллонных катетеров с лекарственным покрытием у пациентов с ишемической болезнью сердца в различных клинических ситуациях.

Ключевые слова: баллонные катетеры с лекарственным покрытием, стент, сахарный диабет, рестеноз, ишемическая болезнь сердца

Для цитирования: Абоян И.А., Куликовских Я.В., Румбешт В.В., Мкртчян Р.Х., Осокин Р.А., Лавник Д.В., Лужанский Д.С., Оганесян Л.Г. Баллоны с лекарственным покрытием в лечении ишемической болезни сердца. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (3): 277–289. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-277-289

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 03.07.2024
Принята к печати 18.07.2024

Drug-coated balloons in the treatment of coronary artery disease*I.A. Aboyan, Ya.V. Kulikovskikh[✉], V.V. Rumbesht, R.Kh. Mkrtchyan, R.A. Osokin, D.V. Lavnik, D.S. Luzhanskiy, L.G. Oganessian*

Clinical and Diagnostic Center «Zdorovye», Rostov-on-Don, Russian Federation

Igor A. Aboyan, Dr. Med. Sci., Professor, Chief Physician; orcid.org/0000-0002-2798-368X**Yaroslav V. Kulikovskikh**, Cand. Med. Sci., Head of Interventional Cardiology and Radiology Department; orcid.org/0000-0002-9234-995X, e-mail: rosweb@mail.ru**Viktoriya V. Rumbesht**, Cand. Med. Sci., Head of Department of Cardiology; orcid.org/0000-0003-0647-9393**Robert Kh. Mkrtchyan**, Head of Cardiosurgical Department; orcid.org/0000-0002-9928-9312**Roman A. Osokin**, Head of Department of Anesthesiology-Intensive Care № 2; orcid.org/0000-0001-7764-446X**Dina V. Lavnik**, Cand. Med. Sci., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-9761-3510

Daniil S. Luzhanskiy, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-0788-1256

Lina G. Oganessian, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-5614-5514

Abstract

Nowadays the implantation of a drug-eluting stent is the basis of percutaneous coronary interventions. In recent years, drug-coated balloons have been increasingly used in clinical practice during revascularization, allowing to overcome a number of limitations characteristic of stents and implementing the concept of "leaving nothing behind". The article provides an overview of the research results, as well as the possibility of using balloon catheters with drug coating in patients with coronary artery disease in various clinical situations.

Keywords: drug-coated balloon, stent, diabetes mellitus, restenosis, coronary artery disease

For citation: Aboyan I.A., Kulikovskikh Ya.V., Rumbesht V.V., Mkrtchyan R.Kh., Osokin R.A., Lavnik D.V., Luzhanskiy D.S., Oganessian L.G. Drug-coated balloons in the treatment of coronary artery disease. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (3): 277–289 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-277-289

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

Received July 3, 2024

Accepted July 18, 2024

Введение

В настоящее время имплантация стента с лекарственным покрытием (СЛП) является основой чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) [1]. С развитием технологии производства стентов менялись структура и дизайн, что способствовало улучшению результатов ЧКВ: современные стенты с лекарственным покрытием имеют более низкую частоту больших неблагоприятных событий и повторных вмешательств по сравнению со СЛП более ранних поколений [2, 3]. Однако стенты имеют ряд недостатков, среди которых риски тромбоза и рестеноза, потребность в проведении длительной двойной антитромбоцитарной терапии (ДАТ) и связанные с этим геморрагические осложнения. В то же время происходят скрывание коронарной артерии инородной ригидной структурой и нарушение ее физиологичной вазомоторики, перманентное препятствие кровотоку по боковым ветвям, формируется неспособность сосуда к дилатации и увеличению своей емкостной функции, ограничиваются возможности применения неинвазивных методов кардиальной визуализации и последующей открытой хирургической реваскуляризации [4]. Кроме того, стентирование имеет свои ограничения в целом ряде клинических ситуаций, в частности, при артериях малого диаметра и/или диффузно-измененных сосудах, пролонгированных и бифуркационных поражениях, у пациентов с высоким риском кровотечения и др. [5].

В последние годы в клинической практике при реваскуляризации все более широко применяются баллонные катетеры с лекарственным покрытием (БЛП), позволяющие пре-

одолеть ряд ограничений, характерных для стентов, и реализующие концепцию «ничего не оставлять позади» [6–9]. В основе технологии лежит принцип равномерной передачи лекарственного вещества с поверхности баллона в стенку артерии при его инфляции в зоне поражения сосуда с целью оказания антипролиферативного воздействия на эндотелиальные и гладкомышечные клетки [10, 11]. Среди преимуществ БЛП выделяют отсутствие в сосудистом русле перманентного имплантата и связанного с этим риска тромбоза/рестеноза стента, возможность сокращения срока антитромбоцитарной терапии и ее объема, сохранение физиологичной вазомоторики, положительное ремоделирование артерии с увеличением площади просвета в отдаленном периоде [5, 12]. В ряде исследований и метаанализов были продемонстрированы более благоприятные клинические исходы и меньшая общая смертность при использовании БЛП по сравнению со стентами, однако вопрос требует дальнейшего изучения [12].

Целью настоящей статьи стал обзор результатов исследований, а также возможности применения БЛП у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) в различных клинических ситуациях.

Рестеноз в стенте

Проблема рестеноза в ранее имплантированном стенте является крайне актуальной для современной интервенционной кардиологии. Несмотря на убедительное снижение частоты in-stent рестенозов с 30% до менее 5% с внедрением в практику современных СЛП, на долю данной патологии приходится до 10% всех проводимых процедур ЧКВ [13].

Баллонные катетеры с лекарственным покрытием изначально разрабатывались прежде всего для коррекции in-stent рестенозов [5]. Их эффективность и безопасность была многократно доказана в целом ряде клинических исследований, а проведенные крупные мета-анализы показали сопоставимые результаты применения БЛП и СЛП в данной ситуации [14–20]. Как следствие, в современных клинических протоколах применение БЛП при рестенозах в ранее имплантированных стентах имеет класс рекомендаций 1 и уровень доказательности А [1].

Механизмы in-stent рестеноза различны в зависимости от сроков и вида имплантированного стента. В отличие от голометаллических стентов, в которых пик рестеноза составляет 6–8 мес, а его восстановление обусловлено гиперплазией интимы, рестеноз в СЛП развивается позже, в течение нескольких лет, а доминирующей причиной является неоатеросклероз [21]. В этой связи результаты применения БЛП при различных in-stent рестенозах могут отличаться. Так, в крупном метаанализе DAEDALUS, включавшем 10 рандомизированных исследований, БЛП по сравнению со СЛП были одинаково эффективны в лечении рестенозов в голометаллических стентах, но менее эффективны при рестенозах в СЛП, при этом была зафиксирована тенденция в сторону снижения частоты кардиальной смерти при использовании БЛП [18]. В то же время имеются 10-летние результаты исследования ISAR-DESIRE 3, продемонстрировавшего сопоставимую эффективность БЛП и СЛП в лечении рестенозов в стентах с лекарственным покрытием [22]. Необходимо подчеркнуть, что пациенты с рестенозом в ранее имплантированном СЛП представляют собой непростую категорию кандидатов для ЧКВ ввиду изначального отсутствия эффекта от антипролиферативного вещества.

С практической точки зрения необходимость имплантации дополнительного слоя металла при in-stent рестенозе значительно ограничивает целесообразность повторного применения СЛП. Однако у пациентов с несколькими слоями стентов в коронарных сосудах, с крупными боковыми ветвями в зоне стентированного сегмента, а также у больных с высокими рисками геморрагических событий использование БЛП может быть оправданно [23].

Поражение коронарных артерий малого диаметра

Коронарные артерии считаются малыми в диаметре, если он составляет менее 3 мм [24]. Они встречаются у 30% пациентов, нуждающихся в интервенционном лечении, и более распространены среди женщин и пожилых пациентов с сахарным диабетом (СД) или хронической болезнью почек [24].

Малый диаметр коронарной артерии является наиболее значимым предиктором рестеноза, а ЧКВ у данной категории больных характеризуются повышенной частотой неблагоприятных событий [25–27]. После интервенции по причине гиперплазии интимы и/или неоатеросклероза происходит уменьшение просвета целевого сегмента, обозначаемое термином «поздняя потеря просвета» (ППП). Для артерий малого диаметра этот процесс приобретает большее клиническое значение, поскольку при одинаковом объеме гиперплазии интимы/неоатеросклероза сопровождается большей потерей просвета по сравнению с более крупными сосудами. Таким образом, сведение к минимуму показателя ППП представляется ключевым аспектом улучшения отдаленных результатов лечения пациентов с коронарными артериями малого диаметра, что и определяет выбор тактики в пользу «ничего не оставлять позади».

Эффективность и безопасность БЛП в лечении пациентов с ИБС и коронарными артериями малого диаметра изучались в целом ряде клинических исследований [28–34].

BASKET-SMALL 2 является самым крупным многоцентровым рандомизированным исследованием, в котором сравнивали результаты применения БЛП и СЛП второго поколения при лечении поражений нативных артерий диаметром меньше 3 мм у 758 больных [35]. В течение 3 лет наблюдения между группами отсутствовали отличия по частоте больших неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (отношение шансов (ОШ) 0,99; 95% доверительный интервал (ДИ) 0,68 – 1,45; $p=0,95$) [36].

В исследовании BELLO 182 пациента с коронарными артериями диаметром менее 2,8 мм были рандомизированы на две группы: в 1-й группе применяли БЛП (и при необходимости стентирование голометаллическими стентами), во 2-й – СЛП. В 1-й группе предилатация поражения проводилась в 97% случаев, имплантация голометаллического стента

потребовалась только в 20% случаев. Следует отметить, что доля пациентов с СД составила 40%. Через 6 мес частота больших неблагоприятных кардиальных событий (10% в группе БЛП против 16,3% в группе СЛП, $p = 0,21$), реваскуляризации целевого поражения (4,4% против 7,6%, $p = 0,37$) и рестеноза (8,9% против 14,1%, $p = 0,25$) была сопоставима в группах [37]. Однако через 3 года наблюдения более хорошие отдаленные клинические исходы регистрировались в группе пациентов, у которых применяли БЛП (частота больших неблагоприятных кардиальных событий в группе БЛП и СЛП составила 14,4 и 30,4% соответственно, $p = 0,015$) [38].

В многоцентровом исследовании PICCOLETO II 232 пациента с диаметром коронарных артерий от 2,0 до 2,75 мм были распределены на две группы: ЧКВ с помощью БЛП и применение стентов с лекарственным покрытием эверолимусом. Использование СЛП было ассоциировано с большей минимальной площадью просвета после вмешательства, но через 6 мес наблюдения ППП в группе БЛП была значимо меньше (0,04 мм против 0,17 мм в группе СЛП, $p < 0,001$). Через 12 мес группы имели сопоставимые показатели больших неблагоприятных кардиальных событий с большей частотой инфаркта миокарда (4,7% против 1,9%; $p = 0,23$) и тромбоза целевого сосуда (1,8% против 0%; $p = 0,15$) в группе стентирования [39].

В целом, имеющиеся данные позволяют сделать вывод о том, что ЧКВ баллонными катетерами с лекарственным покрытием при лечении *de novo* поражений коронарных артерий малого диаметра эффективны и безопасны, а их применение позволяет существенно уменьшить частоту рестеноза и обеспечить сопоставимые и даже более благоприятные клинические исходы по сравнению с клиническими ситуациями, в которых применялись стенты.

Поражение коронарных артерий большого диаметра

Роль БЛП в лечении пациентов со стенозом коронарных артерий большого диаметра ($\geq 3,0$ мм) не определена. Помимо преимуществ в целом от отсутствия перманентного имплантата, данная технология позволяет избежать малаппозиции балок, особенно при бифуркационных поражениях или, например, при аневризматическом расширении сосуда.

Изначально эффективность и безопасность БЛП при коррекции поражений крупных коронарных артерий были отмечены в наблюдательных исследованиях [30, 33, 40, 41]. Так, M. Rosenberg et al. показали, что применение БЛП в артериях большого и малого диаметра характеризуется сопоставимыми показателями с необходимостью стентирования (7,6% и 7,1% соответственно) и частоты больших неблагоприятных кардиальных событий (6,1% и 5,7% соответственно) в течение 9 мес наблюдения [42]. В то же время в ретроспективном одноцентровом регистровом исследовании S. Uskela et al. выявили, что потребность в использовании БЛП большого диаметра стала предиктором технической неудачи: стентирование было проведено в 16% случаев поражений после предилатации баллонным катетером 3 мм и более в отличие от 9% при использовании баллонных катетеров меньшего диаметра (ОШ 1,94, 95% ДИ 1,12–3,35; $P = 0,018$). Полученные результаты авторы объясняют склонностью операторов стентировать крупные коронарные артерии при субоптимальной ангиографической картине после применения БЛП [43].

В другом исследовании были показаны более благоприятные исходы после проведения ЧКВ с применением только БЛП. X. Yu et al. проанализировали результаты лечения 527 пациентов, которым проводили реваскуляризацию с применением исключительно БЛП, при этом все поражения были поделены на локализуемые в коронарных артериях большого ($n = 222$) и малого ($n = 375$) диаметров. Частота вынужденного стентирования при ЧКВ оказалась крайне низкой и составила всего 0,5%. За 10 мес наблюдения в группе пациентов с крупными артериями регистрировалась меньшая частота больших неблагоприятных кардиальных событий (0% против 1,4%) и повторной реваскуляризации целевого сегмента (0% против 1,1%). Кроме того, в обеих группах отсутствовали летальные исходы [44].

В исследовании DEBUT реваскуляризация с помощью БЛП у пациентов с высоким риском кровотечений характеризовалась более низкой частотой больших неблагоприятных кардиальных событий по сравнению с голуметаллическими стентами, а в подгруппе больных с артериями большого диаметра, составивших 2/3 от общего числа пациентов, отличия в исходах были еще более значимые

[45]. Подобные результаты были также получены и в других исследованиях, в которых результаты применения БЛП сравнивали с эффективностью стентов с лекарственным покрытием [46, 47].

Известно, что баллонная ангиопластика характеризуется высокой частотой диссекции сосуда. В проспективном исследовании у 52 из 156 пациентов после пластики БЛП выявлялись диссекции, которые не фиксировали посредством стентирования. Через 200 дней наблюдения у 93,8% больных отмечалось полное заживление диссекции, в течение 9 мес отсутствовали различия по частоте больших неблагоприятных кардиальных событий [48]. Все больше публикаций указывают на то, что интраоперационная диссекция не влияет на клинические исходы, при этом имеются данные о важности наличия диссекции при пластике с помощью БЛП для увеличения провета сосуда в отдаленном периоде [49–51].

Рандомизированные исследования подтвердили данные об эффективности БЛП в лечении пациентов с артериями большого диаметра, однако малые размеры выборок и гетерогенность критериев включения не позволяют сделать окончательные выводы о роли использования БЛП у данной категории больных. В настоящее время применение БЛП у пациентов с крупными коронарными артериями является одним из активно изучаемых направлений интервенционной кардиологии.

Бифуркационные поражения

На долю бифуркационных поражений коронарных артерий приходится до 20% всех выполняемых ЧКВ, при этом данные вмешательства характеризуются большей технической сложностью и менее благоприятными отдаленными результатами [52–54].

Для большинства бифуркационных поражений рекомендовано провизорное стентирование [1]. При указанном клиническом сценарии пластика боковой ветви БЛП может иметь преимущество перед традиционными баллонными катетерами [55–57]. Так, в исследовании BEYOND 222 пациента с бифуркационным поражением коронарных артерий были рандомизированы на группы стентирования основного сосуда СЛП с последующей пластикой боковой ветви или стандартным баллонным катетером ($n=109$) или баллоном с лекарственным покрытием ($n=113$) [58]. Через 9 мес во вто-

рой группе отмечались более хорошие ангиографические результаты: ППП боковой ветви была существенно меньше ($-0,06 \pm 0,32$ мм против $0,18 \pm 0,34$ мм, $p < 0,0001$), а степень стеноза целевого сосуда составила $28,7 \pm 18,7\%$ против $40,0 \pm 19,0\%$ ($p < 0,0001$), при этом между группами отсутствовали различия по частоте больших неблагоприятных кардиальных событий ($0,9\%$ против $3,7\%$, $p=0,16$) [58]. Важно отметить, что поражение ствола левой коронарной артерии было критерием исключения практически во всех рандомизированных исследованиях, изучающих БЛП.

Другая стратегия реваскуляризации при бифуркационных поражениях с применением БЛП – ангиопластика БЛП как боковой ветви, так и основного сосуда – показала низкую частоту рестеноза и повторной интервенции на целевом сегменте [59, 60]. В рандомизированном исследовании PERCAD-BIF через 9 мес ППП была значимо меньше в группе лекарственных баллонов (95% ДИ от $-0,66$ до $-0,08$, $p=0,013$), а частота рестеноза составила 6% в отличие от 26% при пластике традиционным баллонным катетером ($p=0,045$). При этом между группами тоже отсутствовали существенные различия по частоте больших неблагоприятных кардиальных событий и несостоятельности целевого сегмента [61]. Однако важным ограничением данного исследования необходимо отметить применение традиционной баллонной ангиопластики в качестве контроля, а также исключение бифуркаций с поражением проксимального отдела основного сосуда.

В последние годы все чаще стали появляться публикации, посвященные атерэктомии бифуркационных поражений с последующей обработкой лекарственными баллонами, а также ангиопластике БЛП только основного сосуда с целью положительного ремоделирования устья боковой ветви [62, 63].

Таким образом, БЛП позволяют упростить реваскуляризацию при бифуркационных поражениях, однако вопрос требует дальнейшего изучения, поэтому в настоящее время решение о применении БЛП необходимо принимать индивидуально с учетом ряда факторов [24].

Хронические окклюзии коронарных артерий

На долю хронических окклюзий коронарных артерий (ХОКА) приходится до 20% всех

поражений, выявляемых на коронарографии, при этом в половине случаев проводится реваскуляризация [64]. Внедрение в клиническую практику современных СЛП и методик внутрисосудистой визуализации значительно улучшило результаты ЧКВ у пациентов с ХОКА, однако по-прежнему лечение данной категории пациентов сопряжено с рядом проблем, таких как высокие частота рестеноза и риск тромбоза стента [65]. Так, в крупном метаанализе 29 исследований, включающих 9140 пациентов, рестеноз и реокклюзия СЛП через 6 мес после стентирования ХОКА зафиксированы в 14,2 и 4% случаев соответственно [66]. Одной из причин несостоятельности стентированного сосуда после ЧКВ при ХОКА является имплантация в свежереканализированную артерию стента меньшего диаметра [67]. Коронарное русло дистальнее зоны ХОКА находится в состоянии хронического спазма ввиду длительного отсутствия антеградного кровотока. При реканализации и ангиопластике артерия расширяется, ее емкость увеличивается, однако этот процесс не носит сиюминутный характер и может занимать от нескольких недель до нескольких месяцев. Поэтому при операциях по поводу ХОКА истинные размеры сосуда нередко недооценены, что увеличит риск имплантации стента меньшего диаметра с последующим развитием и отдаленном периоде малаппозиции стента, его рестеноза и/или тромбоза. Более того, металлический каркас препятствует положительному ремоделированию сосуда, поддерживая малый просвет сосуда после ЧКВ. Важно отметить, что не лимитирующие кровотока стенозы в дистальном русле, выявляемые после реканализации ХОКА, могут не требовать стентирования [68]. При ангиопластике БЛП сосуд может со временем вернуться к своему естественному размеру без сковывания его перманентной инородной структурой, что позволяет считать обсуждаемую технологию потенциально имеющей преимущества для данной категории пациентов.

Большое клиническое значение имеет гибридный подход, заключающийся в имплантации СЛП в проксимальный сегмент сосуда и/или в зону ХОКА и ангиопластике дистальных поражений БЛП, что теоретически позволяет снизить риск связанных со стентом неблагоприятных событий за счет уменьшения общей длины стентирования. Известно,

что длина стентированного участка прямо пропорциональна частоте неблагоприятных событий [69, 70]. Кроме того, большая длина стентирования влияет на вазомоторную функцию и способствует развитию неоатеросклероза [71, 72]. В исследовании С. Costopoulos et al. было продемонстрировано, что сочетание СЛП и БЛП при диффузном пролонгированном поражении в отличие только от стентирования позволяет сократить общую длину стентированного участка сосуда и тем самым помогает снизить частоту больших неблагоприятных кардиальных событий, а также избежать имплантации стента в потенциальных участках для формирования анастомозов коронарных шунтов [73].

Исследования, посвященные использованию БЛП при ХОКА, представлены в незначительном количестве [74, 75]. Впервые техническая возможность применения БЛП при ХОКА была показана в небольшом германском многоцентровом исследовании. За период наблюдения положительное ремоделирование сосуда в зоне аппликации БЛП наблюдалось у 67,6% пациентов [76]. Е. Jun et al. провели ретроспективный анализ клинических и ангиографических результатов применения БЛП у 93 пациентов с успешно реканализированной ХОКА. Частота больших неблагоприятных событий в течение 2 лет наблюдения составила 16,7% и была обусловлена повторной реваскуляризацией целевого сосуда, при этом случаи тромбоза отсутствовали. При ангиографическом контроле ППП была минимальна ($0,03 \pm 0,53$ мм), более того, у 55,2% пациентов наблюдалось положительное ремоделирование сосуда. Авторы пришли к заключению о вероятной эффективности применения БЛП в случае успешной баллонной ангиопластики ХОКА [77].

Таким образом, применение БЛП при ХОКА имеет ряд потенциальных преимуществ, позволяющих ожидать более благоприятные исходы лечения в отдаленном периоде у данной крайне сложной категории пациентов.

Сахарный диабет

Около трети пациентов, которым выполняется ЧКВ, страдают сахарным диабетом и традиционно рассматриваются как группа высокого и очень высокого сердечно-сосудистого риска. Ввиду более сложного, диффузного, пролонгированного и многососудистого

го поражения в артериях меньшего диаметра данная группа больных имеет менее благоприятный прогноз после реваскуляризации и характеризуется высокой частотой развития рестеноза, тромбоза стента, инфаркта миокарда и летального исхода [71, 77–79].

Применение современных СЛП показывает превосходящие результаты по сравнению со СЛП предыдущих поколений, в том числе у больных СД. Тем не менее у данной категории пациентов сохраняются более высокие показатели гиперплазии интимы и ППП, что позволяет считать выбор БЛП более предпочтительным [80]. БЛП позволяют либо сократить общую длину стентированного участка, либо полностью отказаться от имплантации СЛП, пользуясь преимуществом отсутствия перманентного субстрата для воспаления и сопутствующих ему осложнений, а также равномерного воздействия антипролиферативного вещества на сосудистую стенку. К сожалению, результаты применения БЛП у пациентов с СД представлены ограниченно.

В многоцентровом рандомизированном исследовании DARE (Drug-Eluting Balloon for In-Stent Restenosis) применение БЛП и СЛП, выделяющих эверолимус, в лечении in-stent рестеноза у пациентов с СД (42% в группе БЛП и 46% в группе СЛП) через 6 мес в характеризовалось сопоставимыми клиническими исходами и минимальным диаметром просвета в стентированном сегменте, при этом ППП в стенте была значимо меньше в группе БЛП [81]. Более низкий показатель ППП при использовании БЛП по сравнению со СЛП ($0,05 \pm 0,41$ мм против $0,32 \pm 0,52$ мм, $p=0,001$) у пациентов с СД был выявлен и в рандомизированном исследовании BELLO [82]. В подгрупповой анализ результатов исследования BASKET-SMALL 2 было включено 252 пациента с СД и артериями малого диаметра. Через 3 года наблюдения применение БЛП и СЛП имело сопоставимые клинические исходы, при этом частота реваскуляризации целевого сосуда была значимо ниже при использовании БЛП (9,1% против 15,0%; ОШ 0,40; 95% ДИ 0,17–0,94; $P=0,036$) [83]. Похожие выводы были сделаны и в метаанализе М. Megaly et al. [84].

Несмотря на многообещающие результаты исследований, широкое применение БЛП у пациентов с СД требует дальнейшего изучения в рандомизированных клинических исследованиях.

Пациенты с высоким риском кровотечений

Кровотечения представляют собой одну из самых актуальных клинических проблем интервенционного лечения ИБС, поскольку увеличивают летальность в 7 раз, а также повышают риск развития других неблагоприятных событий, таких как инфаркт миокарда и продолжительная госпитализация пациента [85, 86]. Рост объемов ЧКВ ведет к повышению их сложности, снижению возрастного ценза и выполнению вмешательств у «хрупких» пожилых пациентов с тяжелой сопутствующей патологией, имеющих повышенные риски геморрагических осложнений на фоне приема двойной антитромбоцитарной терапии [87]. По прогнозам, доля ЧКВ у возрастных пациентов и больных, принимающих антикоагулянтную терапию по поводу фибрилляции предсердий, будет только увеличиваться, при этом риск развития кровотечения в первый год после вмешательства в данной группе больных достигает 25–40% [86, 88]. Кроме того, остается нерешенным вопрос ведения пациентов с активным кровотечением или нуждающихся в оперативном лечении, но имеющих показания к реваскуляризации миокарда.

При использовании СЛП определены более короткие сроки ДАТ, особенно при высоком риске кровотечений, но тем не менее очевидно, что отсутствие металлического имплантата в сосудах после ЧКВ с применением БЛП имеет меньшую вероятность тромбоза.

В профильных клинических рекомендациях и консенсусах единая позиция о сроках двойной антитромбоцитарной терапии после ангиопластики БЛП отсутствует, при этом длительность ДАТ варьирует от 1 до 6 мес для стабильной ИБС [1, 24, 89]. Более того, имеются публикации о проведении транслюминальной баллонной ангиопластики (ТЛБА) БЛП на фоне приема одного дезагреганта ввиду активного кровотечения или крайне высокого риска его развития, что указывает на возможность такого подхода в исключительных ситуациях [43, 90]. При анализе 14 рандомизированных и регистровых исследований, включающих пациентов со стабильной ИБС ($n=1493$), которым проводилось ЧКВ с применением только БЛП на нативных коронарных артериях, срок ДАТ составлял

1 мес, не было установлено ни одного случая острого тромбоза [91]. Отметим результаты подгруппового анализа в исследовании BASKET-SMALL-2, в котором сравнивали эффективность БЛП и СЛП у больных с высоким риском геморрагических осложнений. Так, несмотря на тот факт, что в течение 3 лет среди пациентов с высоким риском кровотечений в 3 раза чаще регистрировались летальные исходы по сравнению с группой больных со стандартными рисками кровотечения, между БЛП и СЛП отсутствовали отличия по частоте кровотечений и больших неблагоприятных кардиальных событий. Важно отметить, что среди пациентов, не имеющих высокого риска кровотечения, частота геморрагических событий в группе БЛП была значительно ниже (0,9% против 3,8%) [92].

Острый коронарный синдром

Острый коронарный синдром (ОКС), и прежде всего острый инфаркт миокарда (ОИМ) с подъемом сегмента ST, является крайне тяжелым и сложным проявлением ИБС, а ЧКВ имеет свои особенности. Диффузный вазоспазм и наличие тромботических масс – факторы риска развития феномена «no-reflow» и субоптимального подбора размера стента при проведении интервенционного вмешательства, что негативно отражается на прогнозе [93]. В такой ситуации тактика восстановления коронарного кровотока и нивелирование рисков, связанных с имплантацией стента, представляется более оправданной для больных ОКС, особенно молодого возраста с высокой ожидаемой продолжительностью жизни.

Известно, что при ОИМ стентирование значительно снижает частоту повторной реваскуляризации целевого сосуда по сравнению с ТЛБА, однако преимущества «рутинного» стентирования перед ТЛБА во влиянии на такие конечные точки, как сердечная смерть и повторный инфаркт миокарда, до конца не изучены [94]. Более того, наличие перманентного металлического имплантата в коронарном русле несет повышенный риск тромбоза стента и нарушения вазомоторной функции целевого сосуда. Это особенно актуально для ОИМ с подъемом сегмента ST, когда нередко присутствует неполное прилегание балок стента к стенке артерии, что приводит к отсроченному покрытию их тканью и повышает риски развития стент-ассоциированных

неблагоприятных событий в отдаленном периоде [87, 95, 96].

Таким образом, учитывая отсутствие данных о влиянии стентирования на твердые клинические точки и его потенциальные недостатки в ближайшие и отдаленные сроки, ангиопластику БЛП при ОИМ можно рассматривать в тех ситуациях, когда коронарный кровоток успешно восстановлен, а значительное поражение инфаркт-связанной артерии после ТЛБА отсутствует. Кроме того, использование БЛП может быть обоснованным, поскольку они обеспечивают гомогенное распределение лекарственного вещества по стенке целевой артерии с последующим уменьшением воспаления в эндотелии при сохранении вазомоторной функции сосуда и его геометрии с доказанным положительным ремоделированием [97, 98].

Исследования, посвященные оценке применения БЛП при первичном ЧКВ, в настоящее время представлены в ограниченном количестве [99–101].

Первым пилотным исследованием, в котором изучали результаты ангиопластики БЛП при ОИМ с подъемом сегмента ST, стало RAPPA (PAclitaxel-eluting balloon angioplasty in Primary Percutaneous coronary intervention in Amsterdam), включающее 100 пациентов, из них у 59% больных реваскуляризацию проводили с применением только БЛП [99]. Изучаемый подход продемонстрировал низкую частоту больших неблагоприятных кардиальных событий (5%), при этом необходимо учитывать наличие отбора пациентов молодого возраста без СД и с мягкими некальцинированными некритическими стенозами [99]. В проспективном рандомизированном одноцентровом исследовании REVELATION (Drug-Coated Balloon Versus Drug-Eluting Stent in Acute Myocardial Infarction) участвовали 120 пациентов с ОИМ и подъемом сегментом ST. Через 2 года между группами БЛП и СЛП отсутствовали различия в клинических исходах (ОШ 2,86, 95% ДИ 0,30–27,53; $p=0,34$) [100]. Похожие результаты были получены в исследованиях PERCAD NSTEMI, а также в подгрупповом анализе исследований BASKET-SMALL 2 и Finnish registry, включавших более 200 пациентов с ОКС и поражением нативных коронарных артерий [43, 46, 102]. Ожидаемо, что среди больных с ОКС летальность и частота больших неблагоприятных кардиальных

событий были выше, чем при стабильной ИБС, однако при использовании БЛП частота клинически индуцированной повторной реваскуляризации целевого сосуда оставалась низкой вне зависимости от формы ИБС, а острая окклюзия сосуда и необходимость стентирования после ангиопластики отмечены в 0,2 и 12% случаев соответственно [43].

В крупном исследовании, включавшем 1139 пациентов с ОИМ с подъемом сегментом ST и поражением нативных коронарных артерий, сравнивались применение БЛП и СЛП второго поколения при первичном ЧКВ. Было показано, что спустя 3 года между группами отсутствовали значимые отличия в смертности от всех причин, в том числе сердечно-сосудистых, частоте развития ОКС, инсульта и транзиторных ишемических атак, больших кровотечений, незапланированной реваскуляризации целевого поражения. Авторы сделали вывод о том, что у пациентов с ОИМ и подъемом сегмента ST применение БЛП может быть безопасной и эффективной альтернативой СЛП при условии отбора [102].

Заключение

Таким образом, в последние годы использование БЛП при условии оптимальной подготовки поражения стала ценным инструментом в лечении пациентов с ИБС в различных клинических ситуациях. В настоящее время БЛП являются достойной альтернативой СЛП при in-stent рестенозах, при этом появляется все больше информации об эффективности и безопасности применения БЛП при поражениях нативных коронарных артерий малого диаметра, бифуркаций, хронических тотальных окклюзий, традиционно характеризующихся менее благоприятными отдаленными результатами стентирования. Несмотря на имеющиеся обнадеживающие данные, требуется дальнейшее изучение использования БЛП в крупных рандомизированных исследованиях с целью определения их роли в лечении пациентов с СД, высоким риском кровотечения, острым коронарным синдромом и др.

Литература/References

1. Neumann F.J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A.P., Benedetto U. et al. ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur. Heart J.* 2019; 40 (2): 87–165. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy394
2. Palmerini T., Biondi-Zoccai G., Della Riva D., Mariani A., Sabaté M., Valgimigli M. et al. Clinical outcomes with drug-eluting and bare-metal stents in patients with ST-segment elevation myocardial infarction: evidence from a comprehensive network meta-analysis. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013; 62 (6): 496–504. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.05.022
3. Bangalore S., Amoroso N., Fusaro M., Kumar S., Feit F. Outcomes with various drug-eluting or bare metal stents in patients with ST-segment-elevation myocardial infarction: a mixed treatment comparison analysis of trial level data from 34 068 patient-years of follow-up from randomized trials. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2013; 6 (4): 378–390. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.113.000415
4. Serruys P.W., Garcia-Garcia H.M., Onuma Y. From metallic cages to transient bioresorbable scaffolds: change in paradigm of coronary revascularization in the upcoming decade? *Eur. Heart J.* 2012; 33 (1): 16–25b. DOI: 10.1093/eurheartj/ehr384
5. Byrne R.A., Joner M., Alfonso F., Kastrati A. Drug-coated balloon therapy in coronary and peripheral artery disease. *Nat. Rev. Cardiol.* 2014; 11 (1): 13–23. DOI: 10.1038/nrcardio.2013.165
6. Alfonso F., Scheller B. State of the art: balloon catheter technologies – drug-coated balloon. *EuroIntervention.* 2017; 13 (6): 680–695. DOI: 10.4244/EIJ-D-17-00494
7. Cheng Y., Leon M.B., Granada J.F. An update on the clinical use of drug-coated balloons in percutaneous coronary interventions. *Expert Opin. Drug. Deliv.* 2016; 13 (6): 859–872. DOI: 10.1517/17425247.2016.1154530
8. Nugraha H.G., Hilman S., Santiana L., Dewi D.K., Raffaelo W.M., Wibowo A. et al. Drug-coated balloon versus drug-eluting stent in patients with femoropopliteal artery disease: a systematic review and meta-analysis. *Vasc. Endovasc. Surg.* 2022; 56 (4): 385–392. DOI: 10.1177/15385744211051491
9. Коробка В.Л., Хрипун А.В., Малеванный М.В., Куликовских Я.В. Ближайшие и среднеотдаленные результаты чрескожного коронарного вмешательства с имплантацией биорезорбируемых стентующих каркасов при остром инфаркте миокарда с подъемом сегмента ST. *Эндоваскулярная хирургия.* 2015; 2 (1-2): 58–68. Korobka V.L., Khripun A.V., Malevanny M.V., Kulikovskikh Ya.V. The short-term and mid-term outcomes of percutaneous coronary intervention with implantation of bioresorbable vascular scaffolds for stemi treatment. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2015; 2 (1-2): 58–68 (in Russ.).
10. Axel D.I., Kunert W., Göggelmann C., Oberhoff M., Herdeg C., Küttner A. et al. Paclitaxel inhibits arterial smooth muscle cell proliferation and migration in vitro and in vivo using local drug delivery. *Circulation.* 1997; 96: 636–638. DOI: 10.1161/01.cir.96.2.636
11. Granada J.F., Stenoien M., Buszman P.P., Tellez A., Langanki D., Kaluza G.L. et al. Mechanisms of tissue uptake and retention of paclitaxel-coated balloons: impact on neointimal proliferation and healing. *Open Heart.* 2014; 1: e000117. DOI: 10.1136/openhrt-2014-000117
12. Elgendy I.Y., Gad M.M., Elgendy A.Y., Mahmoud A., Mahmoud A.N., Cuesta J. et al. Clinical and angiographic outcomes with drug-coated balloons for de novo coronary lesions: a meta-analysis of randomized clinical. *J. Am. Heart Assoc.* 2020; 9 (10): e016224. DOI: 10.1161/JAHA.120.016224
13. Alfonso F., Kastrati A. Clinical burden and implications of coronary interventions for in-stent restenosis.

- EuroIntervention*. 2021; 17: e355–357. DOI: 10.4244/EIJV17I5A60
14. Siontis G.C., Stefanini G.G., Mavridis D., Siontis K.C., Alfonso F., Pérez-Vizcayno M.J. et al. Percutaneous coronary interventional strategies for treatment of in-stent restenosis: a network meta-analysis. *Lancet*. 2015; 386: 655–664. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)60657-2
 15. Byrne R.A., Neumann F.J., Mehili J., Pinieck S., Wolff B., Tiroch K. et al. Paclitaxel-eluting balloons, paclitaxel-eluting stents, and balloon angioplasty in patients with restenosis after implantation of a drug-eluting stent (ISAR-DESIRE 3): a randomised, open-label trial. *Lancet*. 2013; 381: 461–467. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)61964-3
 16. Rittger H., Waliszewski M., Brachmann J., Hohenforst-Schmidt W., Ohlow M., Brugger A. et al. Long-term outcomes after treatment with a paclitaxel-coated balloon versus balloon angioplasty: insights from the PEPCAD-DES study (treatment of drug-eluting stent [DES] in-stent restenosis with SeQuent please paclitaxel-coated percutaneous transluminal coronary angioplasty [PTCA] catheter). *JACC Cardiovasc. Interv*. 2015; 8: 1695–1700. DOI: 10.1016/j.jcin.2015.07.023
 17. Xu B., Gao R., Wang J., Yang Y., Chen S., Liu B. et al. A prospective, multicenter, randomized trial of paclitaxel-coated balloon versus paclitaxel-eluting stent for the treatment of drug-eluting stent in-stent restenosis: results from the PEPCAD China ISR trial. *JACC Cardiovasc. Interv*. 2014; 7: 204–211. DOI: 10.1016/j.jcin.2013.08.011
 18. 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; 41: 3715–3728. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz594
 19. Giacoppo D., Gargiulo G., Aruta P., Capranzano P., Tamburino C., Capodanno D. Treatment strategies for coronary in-stent restenosis: systematic review and hierarchical Bayesian network meta-analysis of 24 randomised trials and 4880 patients. *BMJ*. 2015; 351: h5392. DOI: 10.1136/bmj.h5392
 20. Jensen C.J., Richardt G., Tölg R., Erglis A., Skurk C., Jung W. et al. Angiographic and clinical performance of a paclitaxel-coated balloon compared to a second-generation sirolimus-eluting stent in patients with in-stent restenosis: the BIOLUX randomised controlled trial. *EuroIntervention*. 2018; 14: 1096–1103. DOI: 10.4244/EIJ-D-17-01079
 21. Kulyassa P., Engh M.A., Vámosi P., Fehérvári P., Hegyi P., Merkely B. et al. Drug-coated balloon therapy is more effective in treating late drug-eluting stent in-stent restenosis than the early occurring one – a systematic review and meta-analysis. *Front. Cardiovasc. Med*. 2023; 10: 1062130. DOI: 10.3389/fcvm.2023.1062130
 22. Giacoppo D., Alvarez-Covarrubias H.A., Koch T., Cassese S., Xhepa E., Kessler T. et al. Coronary artery restenosis treatment with plain balloon, drug-coated balloon, or drug-eluting stent: 10-year outcomes of the ISAR-DESIRE 3 trial. *Eur. Heart J*. 2023; 44 (15): 1343–1357. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad026
 23. Alfonso F., Byrne R.A., Rivero F., Kastrati A. Current treatment of in-stent restenosis. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2014; 63 (24): 2659–2673. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.02.545
 24. Jeger R.V., Eccleshall S., Wan Ahmad W.A., Ge J., Poerner T.C., Shin E.-S. et al. International DCB Consensus Group. Drug-coated balloons for coronary artery disease: third report of the International DCB Consensus Group. *JACC Cardiovasc. Interv*. 2020; 13 (12): 1391–1402. DOI: 10.1016/j.jcin.2020.02.043
 25. Kastrati A., Schühlen H., Schömig A. Stenting for small coronary vessels: a contestable winner. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2001; 38: 1604–1607. DOI: 10.1016/S0735-1097(01)01589-3
 26. Biondi-Zoccai G., Moretti C., Abbate A., Sheiban I. Percutaneous coronary intervention for small vessel coronary artery disease. *Cardiovasc. Revasc. Med*. 2010; 11 (3): 189–198. DOI: 10.1016/j.carrev.2009.04.007
 27. Akiyama T., Moussa I., Reimers B., Ferraro M., Kobayashi Y., Blengino S. et al. Angiographic and clinical outcome following coronary stenting of small vessels: a comparison with coronary stenting of large vessels. *J. Am. Coll. Cardiol*. 1998; 32 (6): 1610–1618. DOI: 10.1016/s0735-1097(98)00444-6
 28. Waksman R., Serra A., Loh J.P., Malik F.T.-N., Torguson R., Stahnke S. et al. Drug-coated balloons for de novo coronary lesions: Results from the Valentines II trial. *Eurointervention*. 2013; 9: 613–619. DOI: 10.4244/EIJV9I5A98
 29. Vaquerizo B., Miranda-Guardiola F., Fernández E., Rumoroso J.R., Gómez-Hospital J.A., Bossa F. et al. Treatment of small vessel disease with the paclitaxel drug-eluting balloon: 6-month angiographic and 1-year clinical outcomes of the Spanish Multicenter Registry. *J. Interv. Cardiol*. 2015; 28: 430–438. DOI: 10.1111/joic.12227
 30. Rosenberg M., Waliszewski M., Chin K., Ahmad W.A.W., Caramanno G., Milazzo D. et al. Prospective, large-scale multicenter trial for the use of drug-coated balloons in coronary lesions: The DCB-only All-Comers Registry. *Catheter. Cardiovasc. Interv*. 2019; 93: 181–188. DOI: 10.1002/ccd.27724
 31. Wöhrle J., Zadura M., Möbius-Winkler S., Leschke M., Opitz C., Ahmed W. et al. SeQuentPlease World Wide Registry: Clinical results of SeQuent please paclitaxel-coated balloon angioplasty in a large-scale, prospective registry study. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2012; 60: 1733–1738. DOI: 10.1016/j.jacc.2012.07.040
 32. Boxberger M., Degenhardt R., Scheller B., Unverdorben M., Kleber F.X., Heuer H. et al. Treatment of small coronary arteries with a paclitaxel-coated balloon catheter. *Clin. Res. Cardiol*. 2010; 99: 165–174. DOI: 10.1007/s00392-009-0101-6
 33. Venetsanos D., Lawesson S.S., Panayi G., Tödt T., Berglund U., Swahn E. et al. Long-term efficacy of drug coated balloons compared with new generation drug-eluting stents for the treatment of de novo coronary artery lesions. *Catheter. Cardiovasc. Interv*. 2018; 92: E317–E326. DOI: 10.1002/ccd.27548
 34. Sim H.W., Ananthakrishna R., Chan S.P., Low A.F., Lee C.-H., Chan M.Y. et al. Treatment of very small de novo coronary artery disease with 2.0 mm drug-coated balloons showed 1-year clinical outcome comparable with 2.0 mm drug-eluting stents. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2018; 30: 256–261.
 35. Jeger R.V., Farah A., Ohlow M.A., Mangner N., Möbius-Winkler S., Leibundgut G. et al. BASKET-SMALL 2 Investigators. Drug-coated balloons for small coronary artery disease (BASKET-SMALL 2): an open-label randomised non-inferiority trial. *Lancet*. 2018; 392 (10150): 849–856. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)31719-7
 36. Jeger R.V., Farah A., Ohlow M.A., Mangner N., Möbius-Winkler S., Weilenmann D. et al.; BASKET-SMALL 2 Investigators. Long-term efficacy and safety of drug-

- coated balloons versus drug-eluting stents for small coronary artery disease (BASKET-SMALL 2): 3-year follow-up of a randomised, non-inferiority trial. *Lancet*. 2020; 396 (10261): 1504–1510. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)32173-5
37. Latib A., Colombo A., Castriota F., Micari A., Cremonesi A., De Felice F. et al. A randomized multicenter study comparing a paclitaxel drug-eluting balloon with a paclitaxel-eluting stent in small coronary vessels: the BELLO (Balloon Elution and Late Loss Optimization) study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2012; 60 (24): 2473–2480. DOI: 10.1016/j.jacc.2012.09.020
 38. Latib A., Ruparelia N., Menozzi A., Castriota F., Micari A., Cremonesi A. et al. 3-year follow-up of the Balloon Elution and Late Loss Optimization Study (BELLO). *JACC Cardiovasc. Interv.* 2015; 8 (8): 1132–1134. DOI: 10.1016/j.jcin.2015.04.008
 39. Cortese B., Di Palma G., Guimaraes M.G., Piraino D., Orrego P.S., Buccheri D. et al. Drug-Coated Balloon Versus Drug-Eluting Stent for Small Coronary Vessel Disease: PICCOLETO II Randomized Clinical Trial. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2020; 13 (24): 2840–2849. DOI: 10.1016/j.jcin.2020.08.035
 40. Toelg R., Merkely B., Erglis A., Hoffman S., Bruno H., Kornowski R. et al. DELUX investigators. Coronary artery treatment with paclitaxel-coated balloon using a BTHC excipient: clinical results of the International Real-world DELUX Registry. *EuroIntervention*. 2014; 10 (5): 591–599. DOI: 10.4244/EIJV10I5A102
 41. Basavarajiah S., Latib A., Shannon J., Naganuma T., Sticchi A., Bertoldi L. et al. Drug-eluting balloon in the treatment of in-stent restenosis and diffuse coronary artery disease: real-world experience from our registry. *J. Interv. Cardiol.* 2014; 27 (4): 348–355. DOI: 10.1111/joic.12129
 42. Rosenberg M., Waliszewski M., Krackhardt F., Chin K., Wan Ahmad W.A., Caramanno G. et al. Drug coated balloon-only strategy in de novo lesions of large coronary vessels. *J. Interv. Cardiol.* 2019; 2019: 6548696. DOI: 10.1155/2019/6548696
 43. Uskela S., Kärkkäinen J.M., Eränen J., Siljander A., Mäntylä P., Mustonen J. et al. Percutaneous coronary intervention with drug-coated balloon-only strategy in stable coronary artery disease and in acute coronary syndromes: An all-comers registry study. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2019; 93(5): 893–900. DOI: 10.1002/ccd.27950
 44. Yu X., Ji F., Xu F., Zhang W., Wang X., Lu D. et al. Treatment of large de novo coronary lesions with paclitaxel-coated balloon only: results from a Chinese institute. *Clin. Res. Cardiol.* 2019; 108 (3): 234–243. DOI: 10.1007/s00392-018-1346-8
 45. Rissanen T.T., Uskela S., Eränen J., Mäntylä P., Olli A., Romppanen H. et al. DEBUT trial investigators. Drug-coated balloon for treatment of de-novo coronary artery lesions in patients with high bleeding risk (DEBUT): a single-blind, randomised, non-inferiority trial. *Lancet*. 2019; 394 (10194): 230–239. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)31126-2
 46. Scheller B., Ohlow M.A., Ewen S., Kische S., Rudolph T.K., Clever Y.P. et al. Bare metal or drug-eluting stent versus drug-coated balloon in non-ST-elevation myocardial infarction: the randomised PEPCAD NSTEMI trial. *EuroIntervention*. 2020; 15 (17): 1527–1533. DOI: 10.4244/EIJ-D-19-00723
 47. Yu X., Wang X., Ji F., Zhang W., Yang C., Xu F. et al. A non-inferiority, randomized clinical trial comparing paclitaxel-coated balloon versus new-generation drug-eluting stents on angiographic outcomes for coronary de novo lesions. *Cardiovasc. Drugs. Ther.* 2022; 36 (4): 655–664. DOI: 10.1007/s10557-021-07172-4
 48. Cortese B., Silva O.P., Agostoni P., Buccheri D., Piraino D., Andolina G. et al. Effect of drug-coated balloons in native coronary artery disease left with a dissection. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2015; 8: 2003–2009. DOI: 10.1016/j.jcin.2015.08.029
 49. Giannopoulos S., Strobel A., Rudofker E., Kovach C., Schneider P.A., Armstrong E.J. Association of postangioplasty femoropopliteal dissections with outcomes after drug-coated balloon angioplasty in the femoropopliteal arteries. *J. Endovasc. Ther.* 2021; 28: 593–603. DOI: 10.1177/15266028211016441
 50. Hermans W.R., Rensing B.J., Foley D.P., Deckers J.W., Rutsch W., Emanuelsson H. et al. Therapeutic dissection after successful coronary balloon angioplasty: no influence on restenosis or on clinical outcome in 693 patients. The MERCATOR study group (multicenter European research trial with Cilazapril after angioplasty to prevent transluminal coronary obstruction and restenosis). *J. Am. Coll. Cardiol.* 1992; 20: 767–770. DOI: 10.1016/0735-1097(92)90171-i
 51. Yamamoto T., Sawada T., Uzu K., Takaya T., Kawai H., Yasaka Y. Possible mechanism of late lumen enlargement after treatment for de novo coronary lesions with drug-coated balloon. *Int. J. Cardiol.* 2020; 321: 30–37. DOI: 10.1016/j.ijcard.2020.07.028
 52. Sawaya F.J., Lefèvre T., Chevalier B., Garot P., Hovasse T., Morice M.C. et al. Contemporary approach to coronary bifurcation lesion treatment. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2016; 9 (18): 1861–878. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.06.056
 53. Collet C., Mizukami T., Grundeken M.J. Contemporary techniques in percutaneous coronary intervention for bifurcation lesions. *Expert Rev. Cardiovasc. Ther.* 2018; 16 (10): 725–734. DOI: 10.1080/14779072.2018.1523717
 54. Dash D. Recent perspective on coronary artery bifurcation interventions. *Heart Asia*. 2014; 6 (1): 18–25. DOI: 10.1136/heartasia-2013-010451
 55. Worthley S., Hendriks R., Worthley M., Whelan A., Walters D.L., Whitbourn R. et al. Paclitaxel-eluting balloon and everolimus-eluting stent for provisional stenting of coronary bifurcations: 12-month results of the multicenter BIOLUX-I study. *Cardiovasc. Rev. Med.* 2015; 16 (7): 413–417. DOI: 10.1016/j.carrev.2015.07.009
 56. Berland J., Lefèvre T., Brenot P., Fajadet J., Motreff P., Guerin P. et al. DEBSIDE trial investigators. DANUBIO—a new drug-eluting balloon for the treatment of side branches in bifurcation lesions: six-month angiographic follow-up results of the DEBSIDE trial. *EuroIntervention*. 2015; 11 (8): 868–876. DOI: 10.4244/EIJV11I8A177
 57. Jim M.H., Lee M.K., Fung R.C., Chan A.K., Chan K.T., Yiu K.H. Six month angiographic result of supplementary paclitaxel-eluting balloon deployment to treat side branch ostium narrowing (SARPEDON). *Int. J. Cardiol.* 2015; 187: 594–597. DOI: 10.1016/j.ijcard.2015.04.002
 58. Jing Q.M., Zhao X., Han Y.L., Gao L.L., Zheng Y., Li Z.Q. et al. A drug-eluting Balloon for the treatment of coronary bifurcation lesions in the side branch: a prospective multicenter randomized (BEYOND) clinical trial in China. *Chin. Med. J.* 2020; 133(8): 899–908. DOI: 10.1097/CM9.0000000000000743
 59. Schulz A., Hauschild T., Kleber F.X. Treatment of coronary de novo bifurcation lesions with DCB only strategy. *Clin. Res. Cardiol.* 2014; 103 (6): 451–456. DOI: 10.1007/s00392-014-0671-9

60. Bruch L., Zadura M., Waliszewski M., Platonic Z., Eränen J., Scheller B. et al. Results from the International Drug Coated Balloon Registry for the treatment of bifurcations. Can a bifurcation be treated without stents? *J. Interv. Cardiol.* 2016; 29 (4): 348–356. DOI: 10.1111/joic.12301
61. Kleber F.X., Rittger H., Ludwig J., Schulz A., Mathey D.G., Boxberger M. et al. Drug eluting balloons as stand alone procedure for coronary bifurcational lesions: results of the randomized multicenter PEPCAD-BIF trial. *Clin. Res. Cardiol.* 2016; 105 (7): 613–621. DOI: 10.1007/s00392-015-0957-6
62. Her A.Y., Ann S.H., Singh G.B., Kim Y.H., Okamura T., Garg S. et al. Serial morphological changes of side-branch ostium after paclitaxel-coated balloon treatment of de novo coronary lesions of main vessels. *Yonsei Med. J.* 2016; 57 (3): 606–613. DOI: 10.3349/ymj.2016.57.3.606
63. Kitani S., Igarashi Y., Tsuchikane E., Nakamura S., Seino Y., Habara M. et al. Efficacy of drug-coated balloon angioplasty after directional coronary atherectomy for coronary bifurcation lesions (DCA/DCB registry). *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2021; 97 (5): E614–E623. DOI: 10.1002/ccd.29185
64. Azzalini L., Jolicœur E.M., Pighi M., Millan X., Picard F., Tadros V.X. et al. Epidemiology, management strategies, and outcomes of patients with chronic total coronary occlusion. *Am. J. Cardiol.* 2016; 118: 1128–1135. DOI: 10.1016/j.amjcard.2016.07.023
65. Brilakis E.S., Karpaliotis D., Patel V., Banerjee S. Complications of chronic total occlusion angioplasty. *Interv. Cardiol. Clin.* 2012; 1: 373–389. DOI: 10.1016/j.iccl.2012.04.006
66. Yang S.S., Tang L., Ge G.G., Li R.G., Qu X.K., Fang W.Y. et al. Efficacy of drug-eluting stent for chronic total coronary occlusions at different follow-up duration: a systematic review and meta-analysis. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* 2015; 19 (6): 1101–1116.
67. Shin E.S., Bang L.H., Jun E.J., Her A.Y., Chung J.H., Garg S. et al. Provisional drug-coated balloon treatment guided by physiology on de novo coronary lesion. *Cardiol. J.* 2021; 28 (4): 615–622. DOI: 10.5603/CJ.a2020.0105
68. Gomez-Lara J., Teruel L., Homs S., Ferreira J.L., Romaguera R., Roura G. et al. Lumen enlargement of the coronary segments located distal to chronic total occlusions successfully treated with drug-eluting stents at follow-up. *EuroIntervention.* 2014; 9: 1181–1188. DOI: 10.4244/EIJV9I10A199
69. Dangas G.D., Claessen B.E., Caixeta A., Sanidas E.A., Mintz G.S., Mehran R. In-stent restenosis in the drug-eluting stent era. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010; 56: 1897–1907. DOI: 10.1016/j.jacc.2010.07.028
70. Claessen B.E., Smits P.C., Kereiakes D.J., Parise H., Fahy M., Kedhi E. et al. Impact of lesion length and vessel size on clinical outcomes after percutaneous coronary intervention with everolimus-versus paclitaxel-eluting stents pooled analysis from the SPIRIT (clinical evaluation of the XIENCE V Everolimus eluting coronary stent system) and COMPARE (second-generation everolimus-eluting and paclitaxel-eluting stents in real-life practice) randomized trials. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2011; 4: 1209–1215. DOI: 10.1016/j.jcin.2011.07.016
71. Lee C.W., Park D.W., Lee B.K., Kim Y.H., Hong M.K., Kim J.J. et al. Predictors of restenosis after placement of drug-eluting stents in one or more coronary arteries. *Am. J. Cardiol.* 2006; 97: 506–511. DOI: 10.1016/j.amjcard.2005.09.084
72. D'Ascenzo F., Bollati M., Clementi F., Castagno D., Lagerqvist B., de la Torre H.J.M. et al. Incidence and predictors of coronary stent thrombosis: evidence from an international collaborative meta-analysis including 30 studies, 221,066 patients, and 4276 thromboses. *Int. J. Cardiol.* 2013; 167: 575–584. DOI: 10.1016/j.ijcard.2012.01.080
73. Costopoulos C., Latib A., Naganuma T., Sticchi A., Figini F., Basavarajaiah S. et al. The role of drug-eluting balloons alone or in combination with drug-eluting stents in the treatment of de novo diffuse coronary disease. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2013; 6 (11): 1153–1159. DOI: 10.1016/j.jcin.2013.07.005
74. Cortese B., Buccheri D., Piraino D., Silva-Orrego P. Drug-coated balloon without stent implantation for chronic total occlusion of coronary arteries: description of a new strategy with an optical coherence tomography assistance. *Int. J. Cardiol.* 2015; 191: 75–76. DOI: 10.1016/j.ijcard.2015.04.278
75. Cortese B., Buccheri D., Piraino D., Silva-Orrego P. Drug-coated balloon angioplasty for coronary chronic total occlusions. An OCT analysis for a “new” intriguing strategy. *Int. J. Cardiol.* 2015; 189: 257–258. DOI: 10.1016/j.ijcard.2015.04.102
76. Köln P.J., Scheller B., Liew H.B., Rissanen T.T., Ahmad W.A., Weser R. et al. Treatment of chronic total occlusions in native coronary arteries by drug-coated balloons without stenting – a feasibility and safety study. *Int. J. Cardiol.* 2016; 225: 262–267. DOI: 10.1016/j.ijcard.2016.09.105
77. Jun E.J., Shin E.S., Teoh E.V., Bhak Y., Yuan S.L., Chu C.M. et al. Clinical outcomes of drug-coated balloon treatment after successful revascularization of de novo chronic total occlusions. *Front. Cardiovasc. Med.* 2022; 9: 821380. DOI: 10.3389/fcvm.2022.821380
78. Mehran R., Dangas G.D., Kobayashi Y., Lansky A.J., Mintz G.S., Aymong E.D. et al. Short- and long-term results after multivessel stenting in diabetic patients. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2004; 43 (8): 1348–1354. DOI: 10.1016/j.jacc.2003.04.004
79. Berry C., Tardif J.C., Bourassa M.G. Coronary heart disease in patients with diabetes: part II: recent advances in coronary revascularization. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2007; 49 (6): 643–656. DOI: 10.1016/j.jacc.2006.09.045
80. Zilio F., Verdoia M., De Angelis M.C., Zucchelli F., Borghesi M., Rognoni A. et al. Drug coated balloon in the treatment of de novo coronary artery disease: a narrative review. *J. Clin. Med.* 2023; 12 (11): 3662. DOI: 10.3390/jcm12113662
81. Baan J. Jr., Claessen B.E., Dijk K.B., Vendrik J., van der Schaaf R.J., Meuwissen M. et al. A randomized comparison of paclitaxel-eluting balloon versus everolimus-eluting stent for the treatment of any in-stent restenosis: The DARE Trial. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2018; 11 (3): 275–283. DOI: 10.1016/j.jcin.2017.10.024
82. Giannini F., Latib A., Jabbour R.J., Costopoulos C., Chieffo A., Carlino M. et al. Comparison of paclitaxel drug-eluting balloon and paclitaxel-eluting stent in small coronary vessels in diabetic and nondiabetic patients – results from the BELLO (balloon elution and late loss optimization) trial. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2017; 18 (1): 4–9. DOI: 10.1016/j.carrev.2016.12.008
83. Wöhrle J., Scheller B., Seeger J., Farah A., Ohlow M.A., Mangner N. et al. BASKET-SMALL 2 Investigators. Impact of diabetes on outcome with drug-coated balloons versus drug-eluting stents: The BASKET-SMALL 2 Trial.

- JACC Cardiovasc. Interv.* 2021; 14 (16): 1789–1798. DOI: 10.1016/j.jcin.2021.06.025
84. Megaly M., Ali A., Abraham B., Khalil C., Zordok M., Shaker M. et al. Outcomes with drug-coated balloons in percutaneous coronary intervention in diabetic patients. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2020; 21 (1): 78–85. DOI: 10.1016/j.carrev.2019.03.001
 85. Palmerini T., Bacchi Reggiani L., Della Riva D., Romanello M., Feres F., Abizaid A. et al. Bleeding-related deaths in relation to the duration of dual-antiplatelet therapy after coronary stenting. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2017; 69 (16): 2011–2022. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.02.029
 86. Li S.X., Chaudry H.I., Lee J., Curran T.B., Kumar V., Wong K.K. et al. Patterns of in-hospital mortality and bleeding complications following PCI for very elderly patients: insights from the Dartmouth Dynamic Registry. *J. Geriatr. Cardiol.* 2018; 5 (2): 131–136. DOI: 10.11909/j.issn.1671-5411.2018.02.006
 87. Palmerini T., Della Riva D., Benedetto U., Bacchi Reggiani L., Feres F., Abizaid A. et al. Three, six, or twelve months of dual antiplatelet therapy after DES implantation in patients with or without acute coronary syndromes: an individual patient data pairwise and network meta-analysis of six randomized trials and 11 473 patients. *Eur. Heart. J.* 2017; 38 (14): 1034–1043. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw627
 88. Her A.Y., Shin E.S., Bang L.H., Nuruddin A.A., Tang Q., Hsieh I.C. et al. Drug-coated balloon treatment in coronary artery disease: Recommendations from an Asia-Pacific Consensus Group. *Cardiol. J.* 2021; 28(1): 136–149. DOI: 10.5603/CJ.a2019.0093
 89. Cortese B., Serruys P.W. Single-antiplatelet treatment after coronary angioplasty with drug-coated balloon. *J. Am. Heart. Assoc.* 2023; 12 (6): e028413. DOI: 10.1161/JAHA.122.028413
 90. Kleber F., Scheller B., Ong P. TCT-776 Duration of dual antiplatelet therapy after drug-coated balloon implantation. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2018; 72 (13): B309–B310 DOI: 10.1016/j.jacc.2018.08.2006
 91. Scheller B., Rissanen T.T., Farah A., Ohlow M.A., Mangner N., Wöhrle J. et al. BASKET-SMALL 2 Investigators. Drug-coated balloon for small coronary artery disease in patients with and without high-bleeding risk in the BASKET-SMALL 2 Trial. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2022; 15 (4): e011569. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.121.011569
 92. Mahmoud A.N., Saad M., Elgendy A.Y., Mentias A., Elgendy I.Y. Deferred or immediate stent implantation for primary percutaneous coronary intervention: A meta-analysis of randomized trials. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2018; 91 (2): 260–264. DOI: 10.1002/ccd.27240
 93. De Luca G., Suryapranata H., Stone G.W., Antoniucci D., Biondi-Zoccai G., Kastrati A. et al. Coronary stenting versus balloon angioplasty for acute myocardial infarction: a meta-regression analysis of randomized trials. *Int. J. Cardiol.* 2008; 126 (1): 37–44. DOI: 10.1016/j.ijcard.2007.03.112
 94. Nakazawa G., Finn A.V., Joner M., Ladich E., Kutys R., Mont E.K. et al. Delayed arterial healing and increased late stent thrombosis at culprit sites after drug-eluting stent placement for acute myocardial infarction patients: an autopsy study. *Circulation.* 2008; 118 (11): 1138–1145. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.762047
 95. Vink M.A., Dirksen M.T., Sutorp M.J., Tijssen J.G., van Etten J., Patterson M.S. et al. 5-year follow-up after primary percutaneous coronary intervention with a paclitaxel-eluting stent versus a bare-metal stent in acute ST-segment elevation myocardial infarction: a follow-up study of the PASSION (Paclitaxel-Eluting Versus Conventional Stent in Myocardial Infarction with ST-Segment Elevation) trial. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2011; 4 (1): 24–29. DOI: 10.1016/j.jcin.2010.11.003
 96. Gonzalo N., Barlis P., Serruys P.W., Garcia-Garcia H.M., Onuma Y., Ligthart J. et al. Incomplete stent apposition and delayed tissue coverage are more frequent in drug-eluting stents implanted during primary percutaneous coronary intervention for ST-segment elevation myocardial infarction than in drug-eluting stents implanted for stable/unstable angina: insights from optical coherence tomography. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2009; 2 (5): 445–452. DOI: 10.1016/j.jcin.2009.01.012
 97. Kleber F.X., Schulz A., Waliszewski M., Hauschild T., Böhm M., Dietz U. et al. Local paclitaxel induces late lumen enlargement in coronary arteries after balloon angioplasty. *Clin. Res. Cardiol.* 2015; 104 (3): 217–225. DOI: 10.1007/s00392-014-0775-2
 98. Ann S.H., Balbir Singh G., Lim K.H., Koo B.K., Shin E.S. Anatomical and physiological changes after paclitaxel-coated balloon for atherosclerotic de novo coronary lesions: Serial IVUS-VH and FFR study. *PLoS One.* 2016; 11 (1): e0147057. DOI: 10.1371/journal.pone.0147057
 99. Vos N.S., Dirksen M.T., Vink M.A., van Nooijen F.C., Amoroso G., Herrman J.P. et al. Safety and feasibility of a Paclitaxel-eluting balloon angioplasty in Primary Percutaneous coronary intervention in Amsterdam (PAPPA): one-year clinical outcome of a pilot study. *EuroIntervention.* 2014; 10 (5): 584–590. DOI: 10.4244/EIJV10I5A101
 100. Niehe S.R., Vos N.S., Van Der Schaaf R.J., Amoroso G., Herrman J.R., Patterson M.S. et al. Two-year clinical outcomes of the REVELATION Study: sustained safety and feasibility of paclitaxel-coated balloon angioplasty versus drug-eluting stent in acute myocardial infarction. *J. Invasive. Cardiol.* 2022; 34 (1): E39–E42.
 101. Merinopoulos I., Gunawardena T., Corballis N., Bhalraam U., Reinhold J., Wickramarachchi U. et al. Assessment of paclitaxel drug-coated balloon only angioplasty in STEMI. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2023; 16 (7): 771–779. DOI: 10.1016/j.jcin.2023.01.380
 102. Mangner N., Farah A., Ohlow M.A., Möbius-Winkler S., Weilenmann D., Wöhrle J. et al. BASKET-SMALL 2 Investigators. Safety and efficacy of drug-coated balloons versus drug-eluting stents in acute coronary syndromes: a prespecified analysis of BASKET-SMALL 2. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2022; 15 (2): e011325. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.121.011325

© Коллектив авторов, 2024

УДК [616.127:616.12-008.46]-089

Клиническая эффективность и безопасность применения различных методов реваскуляризации миокарда у пациентов с ишемической болезнью сердца и выраженным снижением сократительной способности миокарда

Г.Г. Айвазян¹✉, Б.Г. Алякян², Л.А. Бокерия³, Е.З. Голухова³, Ю.И. Бузиашвили³, А.В. Стаферов⁴, К.В. Петросян³

¹ ГБУЗ МО «Воскресенская больница», Воскресенск, Московская обл., Российская Федерация

² ФГБУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

³ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

⁴ ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА», Москва, Российская Федерация

✉ **Айвазян Гурген Гендрикович**, сердечно-сосудистый хирург, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, заведующий Региональным сосудистым центром; orcid.org/0000-0002-3968-6180, e-mail: erho@bk.ru

Алякян Баграт Гегамович, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, заместитель директора по науке и инновационным технологиям, главный специалист Минздрава России по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению; orcid.org/0000-0001-6509-566X

Бокерия Лео Антонович, академик Российской академии наук, Президент Центра; orcid.org/0000-0002-6180-2619

Голухова Елена Зеликовна, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, директор Центра, главный внештатный специалист аритмолог Минздрава России; orcid.org/0000-0002-6252-0322

Бузиашвили Юрий Иосифович, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, заведующий отделением; orcid.org/0000-0001-7016-7541

Стаферов Антон Валерьевич, канд. мед. наук, заведующий отделением; orcid.org/0000-0001-6271-1850

Петросян Карен Валерьевич, д-р мед. наук, заведующий отделением; orcid.org/0000-0002-3370-0295

Резюме

Цель – анализ данных литературы о современных подходах к хирургическому лечению пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) и сниженной фракцией выброса (ФВ).

Поиск источников проводился в базах данных PubMed, Google Scholar и Cochrane Library по ключевым словам. Были отобраны наиболее цитируемые исследования, содержащие данные о подходах к реваскуляризации миокарда у пациентов с ишемической болезнью сердца и выраженным снижением сократительной функции миокарда левого желудочка (ЛЖ). Анализировали показатели выживаемости, осложнений и других конечных точек исследований, а также эффективность и безопасность различных методов реваскуляризации.

При поиске по ключевым словам в базах данных выявили 2007 оригинальных источников, из которых в обзор включили 56: проспективные и ретроспективные исследования, а также действующие рекомендации профессиональных сообществ по сердечно-сосудистым заболеваниям, данные статистики оперативных вмешательств и заболеваемости, фундаментальные работы. Коронарное шунтирование (КШ) и чрескожные коронарные вмешательства (ЧКВ) являются методами выбора для реваскуляризации миокарда у пациентов с ишемической болезнью сердца и снижением сократительной способности миокарда. Оба метода признаны эффективными и безопасными, однако эндоваскулярное лечение ассоциируется с более коротким госпитальным периодом, отсутствием необходимости в использовании искусственного кровообращения и быстрой реабилитацией после оперативного вмешательства. В свою очередь использование методик механической поддержки кровообращения при чрескожных коронарных вмешательствах способствует повышению безопасности и эффективности данного метода лечения у пациентов с тяжелым поражением коронарного русла. Низкая фракция выброса левого желудочка является неблагоприятным фактором, влияющим на отдаленную выживаемость пациентов и частоту развития неблагоприятных событий. В настоящее время существует большая доказательная база касательно эффективности и безопасности КШ у пациентов с дисфункцией левого желудочка. ЧКВ начинает выходить на приоритетные позиции в лечении пациентов с ИБС и дисфункцией ЛЖ. Анализ данных литературы показывает, что ЧКВ является эффективным методом лечения ИБС у пациентов с низкой ФВ ЛЖ, однако данная проблема все еще остается недостаточно изученной в нашей стране.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, низкая фракция выброса, ишемическая кардиомиопатия, коронарное шунтирование, чрескожные коронарные вмешательства, механическая поддержка кровообращения

Для цитирования: Айвазян Г.Г., Алекян Б.Г., Бокерия Л.А., Голухова Е.З., Бузиашвили Ю.И., Стаферов А.В., Петросян К.В. Клиническая эффективность и безопасность применения различных методов реваскуляризации миокарда у пациентов с ишемической болезнью сердца и выраженным снижением сократительной способности миокарда. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (3): 290–301. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-290-301

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 25.07.2024
Принята к печати 07.08.2024

Clinical safety and efficiency of different strategies for myocardial revascularisation in patients with coronary heart disease and severely reduced myocardial contractility (LVEF < 30%)

G.G. Ayvazyan¹, B.G. Alekyan², L.A. Bockeria³, E.Z. Golukhova³, Yu.I. Buziashvili³, A.V. Staferov⁴, K.V. Petrosyan³

¹ Voskresenskaya Hospital, Voskresensk, Moscow region, Russian Federation

² National Medical Research Center named after A.V. Vishnevsky, Moscow, Russian Federation

³ Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, Russian Federation

⁴ Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care of Medical Technologies, Moscow, Russian Federation

✉ **Gurgen G. Ayvazyan**, Cardiovascular Surgeon, Endovascular Surgeon, Head of Regional Vascular Center; orcid.org/0000-0002-3968-6180, e-mail: erho@bk.ru

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

Leo A. Bockeria, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, President of Center; orcid.org/0000-0002-6180-2619

Elena Z. Golukhova, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the Center; orcid.org/0000-0002-6252-0322

Yuriy I. Buziashvili, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of Department; orcid.org/0000-0001-7016-7541

Anton V. Staferov, Cand. Med. Sci., Head of Department; orcid.org/0000-0001-6271-1850

Karen V. Petrosyan, Dr. Med. Sci., Head of the Department; orcid.org/0000-0002-3370-0295

Abstract

Purpose – to overview the literature data concerning contemporary strategies for surgical treatment of patients with ischemic heart disease with reduced left ventricle ejection fraction (LVEF).

PubMed, Google Scholar and Cochrane Library databases were searched using keywords. The most cited studies concerning myocardial revascularization strategies in patients with coronary heart disease and severely reduced left ventricle myocardial contractility were identified. We analyse survival rates, complications, efficiency and safety. A total of 2007 original articles were found, 56 were included in the review: prospective and retrospective studies as well as the latest clinical guidelines of cardiovascular societies, statistical data from surgical interventions and morbidity and fundamental studies. Coronary artery bypass grafting (CABG) and percutaneous coronary interventions (PCI) are both strategies of choice for myocardial revascularization in patients with coronary heart disease and reduced left ventricle contractility. Both strategies are effective and safe, however endovascular treatment is associated with shorter in-hospital stay, no need for cardiopulmonary bypass and fast recovery after intervention. In turn, the use of mechanical circulatory support during PCI facilitates the efficiency and safety of this strategy in patients with complex coronary artery disease.

Low ejection fraction is unfavourable factor related to patients long-rate survival and rate of adverse events. Currently, there is a large evidence regarding the efficiency and safety of CABG in patients with left ventricular dysfunction. PCI becomes strategy of choice in treatment of patients with coronary heart diseases (CHD) and left ventricle dysfunction. Literature review shows that PCI is an effective method of CHD treatment in patients with low LVEF, however, this problem remains insufficiently studied in our country.

Keywords: coronary heart disease, low ejection fraction, ischemic cardiomyopathy, coronary bypass, percutaneous coronary intervention, mechanical circulatory support

For citation: Ayvazyan G.G., Alekyan B.G., Bockeria L.A., Golukhova E.Z., Buziashvili Yu.I., Staferov A.V., Petrosyan K.V. Clinical safety and efficiency of different strategies for myocardial revascularisation in patients with coronary heart disease and severely reduced myocardial contractility (LVEF < 30%). *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (3): 290–301 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-290-301

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

Received July 25, 2024
Accepted August 7, 2024

Введение

В последние десятилетия ишемическая болезнь сердца (ИБС) является важнейшей причиной смертности населения в экономически развитых странах [1–3]. В Российской Федерации распространенность сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), в частности ИБС, также находится на высоком уровне, при этом примерно 2,7% населения составляют больные с фракцией выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) менее 40% [4, 5].

У большинства больных ИБС расстройства коронарного кровообращения приводят к развитию недостаточности ЛЖ, обусловленной его структурными (кардиосклероз) и функциональными изменениями. Общеизвестно, что для ИБС характерен очаговый характер поражения миокарда ЛЖ, в 1935 г. R. Tennant и C. Wiggers установили взаимосвязь между степенью ишемии и развитием локальной асинергии ЛЖ [6, 7].

Систолическая дисфункция миокарда возникает при повреждении более 20% толщины стенки миокарда [2]. При нарушениях сократительной способности миокарда у больных ИБС до определенного момента не наблюдается существенного снижения общей систолической функции ЛЖ вследствие компенсации за счет мобилизации резерва преднагрузки. В течение определенного времени эта компенсация является достаточной для поддержания нормального уровня сердечного выброса без сопутствующего увеличения массы миокарда. Компенсаторные механизмы развития левожелудочковой недостаточности могут быть кардиальными (механизм Франка–Старлинга, гипертрофия миокарда) и экстракардиальными (например, обусловленными изменениями активности симпатoadрениальной системы) [6–8].

Возникновение выраженной дисфункции ЛЖ при ИБС определяется как ишемическая кардиомиопатия, основной причиной которой является поражение коронарных сосудов, что было подтверждено рядом авторов [5–7]. Исследователи отмечают, что в популяции больных ИБС со сниженной сократительной способностью миокарда ЛЖ увеличивается доля лиц более старшего возраста, чаще отмечаются случаи тяжелого клинического течения заболевания, а также случаи поражения ствола левой коронарной артерии [7, 9].

Основным клиническим признаком ишемической кардиомиопатии у больных ИБС является недостаточность кровообращения (НК), при этом НК ишемического генеза в настоящее время выступает в качестве важнейшей причины смерти при ИБС. По данным Фремингемского исследования, в течение 6 лет с момента проявления первых клинических симптомов НК умирают почти 80% больных ИБС мужчин и 65% женщин [1, 3].

При ишемической кардиомиопатии частота симптомов выраженной НК составляет, по разным данным, от 6 до 52%, НК в сочетании со стенокардией – от 24 до 41%, а изолированной стенокардии – от 49 до 100% [5]. Несмотря на наличие сообщений о результатах исследований, в которых оценивались результаты эндоваскулярного лечения больных ИБС со сниженной ФВ ЛЖ, проблеме лечения данной категории пациентов нельзя считать окончательно решенной. В частности, малоизученным остается вопрос компенсации недостаточности митрального клапана (МК), в том числе в группе пациентов с дисфункцией ЛЖ.

Цель исследования – анализ данных литературы о современных подходах к хирургическому лечению пациентов с ишемической болезнью сердца и сниженной фракцией выброса.

Патогенез нарушений сократительной функции миокарда при ИБС и НК

Систолическая дисфункция ЛЖ обусловлена наличием гибернированного («спящего»), «оглушенного» миокарда. Термин «гибернированный миокард» был предложен в 1989 г. S. Rahimtoola для описания обратимого снижения сократимости миокарда в условиях ишемии и ее восстановления при адекватном коронарном кровотоке [10]. Если в норме источником энергии в миокарде служит окисление жирных кислот, то при развитии ишемии в условиях анаэробного гликолиза уменьшается образование аденозинтрифосфата (АТФ), в результате чего сократимость миокарда снижается, однако повреждения миоцитов еще не наблюдается. В отличие от «спящего» состояние «оглушенного» миокарда возникает при восстановлении коронарного кровотока. В основе его развития лежит контрактура миоцитов, вызванная выходом ионов кальция из саркоплазматического ретикулума в результате повышения проницаемости его стенок

под действием радикалов кислорода, поэтому даже при полном восстановлении коронарного кровотока не происходит быстрого улучшения сократимости миокарда [11].

Некроз миокарда является необратимым процессом. Уже через 30 мин после нарушения кровообращения в кардиомиоцитах изменяется структура органелл, выход ферментов из лизосом приводит к разрушению клеток с развитием последующего перифокального воспаления и образованием соединительнотканного рубца. В клинике данное состояние трактуется как постинфарктный кардиосклероз.

Гибернированный миокард в клинической практике встречается при неокклюзионном поражении коронарной артерии и при удовлетворительно развитом коллатеральном кровообращении, когда формируется интрамуральный (Q-необразующий) инфаркт миокарда (ИМ). Это подтверждает и тот факт, что Q-необразующий ИМ чаще осложняется постинфарктной стенокардией. В случае окклюзионного поражения коронарной артерии (Q-образующий ИМ) и при слабовыраженных коллатералях высока вероятность развития некроза миокарда [10, 12].

Методом лечения дисфункции ЛЖ при ИБС является восстановление адекватного кровотока по коронарным артериям, что достигается с помощью применения различных лекарственных средств (ЛС), а также путем хирургических или эндоваскулярных вмешательств. Несмотря на успехи медикаментозного лечения больных ИБС со сниженной ФВ ЛЖ, летальность в этой группе пациентов продолжает оставаться высокой. Одна из причин – отсутствие клинических признаков НК примерно у половины больных, вследствие чего такие пациенты нередко не осознают целесообразность регулярного приема ЛС, поэтому поступают на лечение в стационар уже с выраженными проявлениями НК [13–15].

В исследовании CASS (Coronary Artery Surgery Study) было показано, что, несмотря на проводимое медикаментозное лечение, четырехлетняя выживаемость больных ИБС с ФВ ЛЖ от 35 до 49% составляет 71%, в то время как у пациентов с ФВ менее 35% она не превышает 50% [14]. Таким образом, проведение только фармакотерапии является малоэффективным, хотя в далеко зашедших случаях, а именно у больных с НК IV

функционального класса подобный подход остается единственным методом лечения. Стабилизация состояния при его применении, как правило, непродолжительна, часто необходимо осуществление повторных госпитализаций [15, 16].

Неизменным и обязательным компонентом лечения хронической сердечной недостаточности (ХСН) после перенесенного ИМ остается медикаментозная терапия, в том числе назначение таких препаратов, как бета-блокаторы, ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента, блокаторы рецепторов ангиотензина, блокаторы альдостерона. Они улучшают прогноз в данной когорте пациентов [13]. Совершенствование методов визуализации и оценки жизнеспособности миокарда в свою очередь способствовало расширению возможностей реваскуляризации миокарда и улучшению прогноза для данной группы пациентов [17].

Хирургическое лечение

Наряду с консервативной терапией при рассматриваемой патологии широко применяется хирургическое лечение в виде трех основных направлений: аортокоронарное шунтирование (АКШ) (при необходимости в сочетании с аневризмэктомией), эндоваскулярные вмешательства и трансплантация сердца. Применение АКШ для лечения больных ИБС с низкой ФВ ЛЖ было начато в 1970-х гг. Основной целью выполнения АКШ является достижение максимально полной реваскуляризации миокарда – шунтирование всех стенозированных на 50% и более артерий диаметром свыше 1 мм [18–20]. Первый опыт использования подобного подхода характеризовался высокой частотой неудач: у пациентов с ФВ ЛЖ 20–35% периоперационная летальность варьировалась в пределах 25–50%. У значительной части успешно прооперированных пациентов исследователи не обнаруживали достоверного улучшения клинического течения заболевания либо сократительной способности миокарда левого желудочка [18].

К настоящему времени проведены многочисленные рандомизированные исследования, посвященные оценке результатов операции АКШ у пациентов с низкой ФВ ЛЖ. Были отмечены хорошие отдаленные результаты, однако как интраоперационная, так и госпитальная летальность у данной категории больных

оказались намного выше, чем у пациентов с ФВ ЛЖ больше 40% [16–25].

С. Milano et al. (1993 г.) проанализировали данные 118 пациентов с ФВ ЛЖ 25% и менее после выполнения АКШ. Операционная летальность составила 11%. Низкий уровень сердечного выброса и желудочковая аритмия, требующая лечения, были наиболее распространенными послеоперационными осложнениями, частота которых составила 22 и 27% соответственно. Средняя продолжительность послеоперационной госпитализации составила 9 дней, выживаемость через 1 год и 5 лет – 77,2 и 57,5% соответственно. Авторы отмечали значительное улучшение клинического состояния пациентов и снижение функционального класса стенокардии ($p < 0,0001$), сердечной недостаточности ($p < 0,0001$), увеличение ФВ ($p < 0,005$) [18].

Ж.А. Carr et al. (2002 г.) проанализировали данные 86 пациентов с ФВ ЛЖ менее 20%, которым выполнялось АКШ. Больные наблюдались в течение 5 лет. Госпитальная летальность составила 11%, 5-летняя выживаемость – 59% [19].

Ф. Filsoofi et al. (2007 г.) подвергли ретроспективному анализу данные 2725 больных ИБС, из которых у 495 больных ФВ составляла 30% и менее. Конечными точками данного исследования явились: госпитальная летальность, большие кардиальные осложнения, отдаленная выживаемость. В этой выборке 424 (86%) больным выполнено АКШ в условиях искусственного кровообращения (ИК), 71 (14%) пациенту – АКШ без использования искусственного кровообращения (ИК). Госпитальная летальность в группе пациентов с ФВ менее 30% составила 3,6% при уровне общей летальности 1,8% ($p = 0,0002$).

Использование ИК и величина ФВ ЛЖ 30% и менее не являлись факторами риска, влияющими на госпитальную летальность пациентов, включенных в исследование. Однако низкая ФВ ЛЖ стала предиктором таких послеоперационных осложнений, как дыхательная и сердечная недостаточность, сепсис. Выживаемость в отдаленном периоде при сроке наблюдения 1 год и 5 лет составила 88 и 75% соответственно. Авторы сделали вывод о том, что АКШ может быть выполнено пациентам с ФВ ЛЖ 30%. Однако в отдаленном периоде летальность у пациентов с низкой ФВ ЛЖ оставалась на высоком уровне [20].

Отдельно стоит вопрос хирургической реконструкции ЛЖ при наличии обширного некротического поражения миокарда. Повышенный хирургический риск выполнения сочетанной операции АКШ и реконструкции ЛЖ обуславливает необходимость проведения дальнейших исследований, направленных на снижение операционного риска, в том числе при вмешательствах в условиях параллельного ИК и гемодинамической поддержки [4]. При отсутствии показаний к реконструкции и наличии выраженной дисфункции ЛЖ разрабатываются протоколы снижения риска, в том числе при АКШ на работающем сердце и в условиях параллельной перфузии [5, 6].

Разрабатываются проблемы защиты миокарда и ранней дисфункции кондуитов в группе пациентов со снижением ФВ ЛЖ [22]. При невозможности достижения необходимой полноты прямой хирургической реваскуляризации миокарда применяются альтернативные технологии, в частности трансмиокардиальная лазерная реваскуляризация [23].

Возможности эндоваскулярного лечения

Количество прямых исследований по сравнительной оценке отдаленных результатов выполнения АКШ и чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) в когорте пациентов с низкой ФВ ЛЖ относительно невелико, в ряде работ продемонстрированы сопоставимые результаты ЧКВ и АКШ у этих больных [25–27]. Перспективным является рандомизированное исследование REVIVED-BCIS2 Trial, в рамках которого сравнивали эффективность АКШ и ЧКВ в когорте пациентов с ФВ ЛЖ менее 35% [28]. Отягощенный соматический профиль пациентов, повышенный уровень операционного риска, развитие малоинвазивного эндоваскулярного лечения ИБС, исследования благоприятного влияния реваскуляризации миокарда на выживаемость пациентов с дисфункцией ЛЖ в ряде случаев обуславливают выбор в пользу ЧКВ.

Продолжается стремительный рост количества ЧКВ, обусловленный малоинвазивностью данного метода, возможностью выполнения повторных вмешательств, а также совершенствованием эндоваскулярного пособия [29, 30]. Постепенно коронарное стентирование как метод реваскуляризации миокарда было внедрено в те области, где преимущества АКШ ранее были неоспоримы.

Оба варианта вмешательства, в данном случае реваскуляризации миокарда, следует рассматривать как звенья алгоритма комплексного лечения больных ИБС, в том числе пациентов с низкой ФВ ЛЖ. На сегодняшний день не представляется возможным однозначно ответить на вопрос, является ли ЧКВ альтернативой АКШ либо представляет собой только этап хирургического лечения данной категории больных [31].

Выделяют три вида эндоваскулярной реваскуляризации миокарда:

- полная анатомическая реваскуляризация – стентирование всех сосудов со стенозом более 50% диаметром 1,5 мм;
- полная функциональная реваскуляризация – стентирование только тех стенозов, которые потенциально могут вызывать ишемию;
- неполная функциональная реваскуляризация.

Крайне важен объем реваскуляризации миокарда у пациентов с низкой ФВ ЛЖ. Отдаленный прогноз у этой категории больных напрямую зависит от объема достигнутой реваскуляризации.

В отечественной литературе имеются единичные сообщения, посвященные анализу результатов ЧКВ у больных ИБС с низкой ФВ ЛЖ [30].

T.W. Wallace et al. (2009 г.) были проанализировали данные 55 000 пациентов, которым выполнялось ЧКВ. Пациенты были разделены на пять групп в зависимости от исходного уровня ФВ ЛЖ: более 55%, 46–55%, 36–45%, 26–35% и 25% и менее. Общая госпитальная летальность составила 0,5%, а частота больших коронарных осложнений (МАСЕ) – 2,6%. По мере снижения исходной ФВ ЛЖ госпитальная летальность и частота больших коронарных осложнений повышались. Средняя продолжительность пребывания в стационаре составила $3,4 \pm 6,2$ дня. Авторы сделали вывод о том, что при низкой ФВ ЛЖ риск госпитальной летальности возрастает [31].

C. Briguori et al. в 2009 г. опубликовали данные о результатах лечения 337 пациентов с ФВ ЛЖ 35% и менее, которым были имплантированы стенты. Госпитальный период протекал без осложнений у 322 (95,3%) пациентов. Госпитальная летальность составила 1,5%. В течение двухлетнего периода наблюдения умерли 83 (24,6%) пациента (1-я группа), а 254 (75,4%) были живы (2-я группа).

Внезапная смерть наступила в 65% случаев. Острый ИМ чаще диагностировался в 1-й группе (18% против 5,4%, $p=0,001$). Кардиовертеры-дефибрилляторы были имплантированы у 6,7% пациентов в 1-й группе и у 20,7% пациентов во 2-й группе ($p=0,005$). ФВ ЛЖ значительно улучшилась только во 2-й группе – с 29 ± 6 до $35 \pm 11\%$ ($p=0,001$), в то время как в 1-й группе осталась неизменной ($p=0,30$). Независимыми предикторами смерти в отдаленные сроки были острый ИМ (95%; $p=0,001$), уровень ФВ ЛЖ менее 25% ($p=0,006$) и полнота реваскуляризации ($p=0,020$). На основании полученных данных авторы сделали выводы о том, что выполнение ЧКВ у пациентов с ФВ ЛЖ менее 35% – безопасная стратегия лечения. Независимыми предикторами летальности в отдаленном периоде являются развитие острого инфаркта миокарда, ФВ ЛЖ менее 25% и полнота реваскуляризации [32].

V. Kunadian et al. (2012 г.) провели метаанализ исследований с использованием ЧКВ у больных с систолической дисфункцией ЛЖ (ФВ меньше либо равна 40%) для определения показателей госпитальной и отдаленной (свыше 1 года) летальности. В этот метаанализ были включены 4766 пациентов. Средний возраст больных составил 65 лет (95% доверительный интервал (ДИ) 62–68), 80% участников были мужского пола (95% ДИ 75–84). Средняя величина ФВ ЛЖ составила 30% (95% ДИ 27–33). Госпитальная летальность составила 1,8% (39 из 2202 пациентов, 95% ДИ 1,0–2,9). Отдаленная смертность (в течение 24 мес) составила 13,6% (401 из 2937; 95% ДИ 11,0–20,7). По результатам клинических исследований авторы сделали вывод, что выполнение ЧКВ у больных с систолической дисфункцией ЛЖ возможно с такой же низкой госпитальной и отдаленной летальностью, что и при коронарном шунтировании [33].

B. Daneault et al. (2013 г.) опубликовали непосредственные и отдаленные результаты проведения ЧКВ 2430 пациентам, разделенным на группы с ФВ ЛЖ менее 40% и 40% и более, больным в обязательном порядке выполнялась ветрикулография. Пациенты с низкой ФВ ЛЖ были старше, преимущественно женщины с сердечной недостаточностью, у которых был ИМ в анамнезе, и перенесшие ЧКВ. Были установлены следующие результаты лечения у пациентов с низкой ФВ ЛЖ: 30-дневная леталь-

ность – 8,9% против 0,9% (отношение шансов (ОШ) 9,81, 95% ДИ 5,23–18,42; $p < 0,0001$), 3-летняя летальность – 17,1% против 3,7% (ОШ 5,03, 95% ДИ 3,37–7,50; $p < 0,0001$). При значениях ФВ ЛЖ менее 30% ($n=45$), 30–40% ($n=157$), 40–50% ($n=373$), 50–60% ($n=659$) и 60% и более ($n=1196$) трехлетняя летальность составила 29,4%; 13,5%; 6,4%; 3,8% и 2,9% соответственно ($p < 0,0001$). На основании полученных данных авторы сделали вывод о том, что госпитальная и отдаленная летальность выше у пациентов с низкой ФВ ЛЖ [34].

Y. Nozari et al. (2012 г.) сообщили о 115 пациентах с ИБС и низкой ФВ ЛЖ, которым были имплантированы стенты с лекарственным покрытием. Эхокардиография была выполнена за день до ЧКВ, на следующий день и через 3–6 мес, их значения сравнивались с результатами повторных исследований. Средний возраст пациентов составил $57,8 \pm 8,4$ года, средняя фракция выброса – $40,52 \pm 6,36\%$ за день до ЧКВ и $41,83 \pm 7,14\%$ – на следующий день, спустя 3–6 мес после ЧКВ $44,0 \pm 7,89\%$. По мнению авторов, ЧКВ позволяет улучшить ФВ ЛЖ в группе пациентов, включенных в исследование [36].

Известно, что ЧКВ может быть выполнено пациентам с ИБС и дисфункцией ЛЖ (ФВ 30% и менее), но в данной группе риск осложнений несколько выше по сравнению с соответствующими показателями у больных с сохранной ФВ ЛЖ [33, 34]. При выборе ЧКВ необходимо владеть соответствующими клиническими алгоритмами во избежание разных видов осложнений, которые могут приводить к летальному исходу, обусловленному сопутствующими заболеваниями, а также сложной морфологией поражения коронарного русла.

Полнота реваскуляризации миокарда является краеугольным камнем инвазивного лечения ИБС в целом и эндоваскулярного лечения в частности. Хирургическое лечение ИБС позволяет в ряде случаев выполнить более полную анатомическую реваскуляризацию миокарда, тем не менее проблема ее полноты при лечении пациентов со снижением ФВ ЛЖ является не менее важным аспектом ЧКВ в данной когорте пациентов [36]. По данным M. Cardona et al. (2016 г.), реканализация хронических окклюзий коронарных артерий у пациентов с ХСН при наличии жизнеспособного миокарда сопровождается значительным улучшением показателей сократимости ЛЖ [37].

D. Perera et al. (2022 г.) случайным образом распределили пациентов с ФВ ЛЖ 35% и менее с обширным поражением коронарных артерий. Больным выполнялось ЧКВ, либо ЧКВ плюс оптимальная медикаментозная терапия, либо только медикаментозная терапия. Первичной комбинированной конечной точкой была смерть от всех причин или госпитализация по поводу сердечной недостаточности. Основными вторичными точками были значения ФВ ЛЖ через 6 и 12 мес и показатели качества жизни. Всего рандомизировано 700 пациентов, из которых 347 были распределены в группу ЧКВ и 353 – в группу оптимальной медикаментозной терапии. В среднем за 41 мес наблюдения первичная конечная точка встречалась у 129 (37,2%) пациентов в группе ЧКВ и у 134 (38,0%) пациентов в группе оптимальной медикаментозной терапии (ОШ 0,99; 95% ДИ 0,78–1,27; $p=0,96$). ФВ ЛЖ была одинаковой в двух группах через 6 мес (средняя разница -1,6%-ных пункта; 95% ДИ от -3,7 до 0,5) и через 12 мес (средняя разница 0,9%-ных пункта; 95% ДИ от -1,7 до 3,4). Показатели качества жизни через 6 и 12 мес были лучше в группе ЧКВ, хотя через 24 мес снизились. Авторами был сделан вывод о том, что среди пациентов с тяжелой ишемической систолической дисфункцией ЛЖ, получавших оптимальную медикаментозную терапию, реваскуляризация с помощью ЧКВ не привела к снижению частоты смерти от любой причины или госпитализации по поводу сердечной недостаточности [38].

Целью исследования S. Wang et al. (2022 г.) было изучение прогностической роли предоперационного размера ЛЖ и сниженной ФВ в улучшении исходов после выполнения реваскуляризации у пациентов с ИБС и дисфункцией ЛЖ. В когортное исследование (ChiCTR2100044378) были включены пациенты, у которых ФВ измеряли до и через 3 мес после реваскуляризации. У всех пациентов исходная ФВ составляла 40% и менее. В качестве улучшения показателя рассматривали повышение абсолютной величины ФВ более чем на 5%. Пациенты были разделены на группы в зависимости от исходного конечного систолического размера (КСР) ЛЖ и ФВ (35% и менее или 36–40%). В исследование были включены 939 пациентов. Улучшение ФВ было отмечено у 549 (58,5%) пациентов. Пациенты с умеренно увеличенным КСР ЛЖ и ФВ 35% и менее имели

более высокую вероятность попасть в группу с улучшенной ФВ по сравнению с другими тремя группами (все $p < 0,001$). Среднее время наблюдения составило 3,5 года. Пациенты с умеренно увеличенным КСР ЛЖ и ФВ 35% и менее имели значительно более низкий риск смерти от всех причин по сравнению с пациентами с сильно увеличенным КСР и ФВ 35% и менее (ОШ 2,73; 95% ДИ 1,28–5,82; $p = 0,009$) и, как правило, в целом более низкий риск по сравнению с пациентами с сильно увеличенным КСР ЛЖ и ФВ 36–40% (ОШ 2,00; 95% ДИ 0,93–4,27; $p = 0,074$) [39].

Таким образом, результаты исследования показали, что среди пациентов с ИБС со сниженной ФВ (40% и менее), которым выполнялась реваскуляризация миокарда, меньший предоперационный КСР ЛЖ и более низкая ФВ имели наибольший потенциал для улучшения ФВ и лучшего исхода. Таким образом, к числу показаний для реваскуляризации у пациентов с дисфункцией ЛЖ и сниженной ФВ относится более низкая ФВ в сочетании с меньшим размером ЛЖ.

В ряде случаев пациент является кандидатом на выполнение трансплантации сердца, при этом малоинвазивное эндоваскулярное лечение может способствовать временной компенсации во время нахождения пациента в листе ожидания. По данным А.Б. Миронкова и др. (2016 г.), в когорте пациентов с ФВ ЛЖ менее 40% ($n = 108$) на фоне ИБС выживаемость составила 81% ($n = 88$), при этом 20,5% ($n = 18$) выживших пациентов была успешна выполнена трансплантация сердца [40].

Механическая поддержка кровообращения при ЧКВ у пациентов с низкой ФВ ЛЖ

У пациентов с выраженным поражением коронарного русла и сниженной насосной функцией ЛЖ временное усугубление ишемии во время ЧКВ может вызвать дополнительное снижение сократимости миокарда и, как следствие, гемодинамический коллапс. При таком сценарии устройства для механической поддержки кровообращения (МПК) позволяют уменьшить преднагрузку на ЛЖ, увеличить ударный объем (УО) и сердечный выброс (СВ), улучшить коронарную и системную циркуляцию [41].

Основными устройствами для МПК, представленными на рынке в настоящий момент,

являются внутриаортальный баллонный контрпульсатор (ВАБК), аппарат для экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) и катетерный насос для ЛЖ Impella (AbioMed, США). Данные устройства могут использоваться в различных конфигурациях по одному или в комбинации друг с другом.

Внутриаортальный баллонный контрпульсатор. Принцип действия основан на синхронизированном с пульсом раздутии баллона в нисходящем отделе аорты. Увеличение баллона в диастолу приводит к повышению диастолического давления и, как следствие, среднего артериального давления. Сдутие баллона в систолу снижает постнагрузку на ЛЖ, увеличивает СВ. В совокупности это приводит к улучшению как коронарной перфузии во время диастолы, так и системной перфузии в систолу. На протяжении долгих лет ВАБК являлся наиболее широко используемым методом МПК благодаря скорости установки и простоте использования [42].

Эффективность использования ВАБК была продемонстрирована в РКИ BSIC-1, участниками которого стали пациенты с высоким риском (ФВ ЛЖ до 30%, поражение ствола ЛКА). Использование ВАБК во время ЧКВ позволило снизить смертность в отдаленном периоде на 34% по сравнению с контрольной группой (ЧКВ без использования МПК) [43]. Однако в крупном метаанализе, включившем данные 11 исследований, не удалось показать преимущество ЧКВ с использованием ВАБК перед «обычным» ЧКВ в снижении частоты больших неблагоприятных событий [44]. В настоящее время консенсусный документ Европейского общества чрескожных коронарных вмешательств (EAPCI) и Общества неотложной сердечно-сосудистой терапии (ACVC) не рекомендует использовать ВАБК при ЧКВ у пациентов с высоким риском [45].

Экстракорпоральная мембранная оксигенация (ЭКМО). Принцип действия ЭКМО заключается в активном заборе крови из циркуляторного русла пациента, ее оксигенации с последующим возвратом в системную циркуляцию. ЭКМО может применяться в вено-венозной (ВВ-ЭКМО) или вено-артериальной (ВА-ЭКМО) конфигурации, возвращая кровь в венозное или артериальное русло соответственно. ВВ-ЭКМО чаще применяется при дыхательной недостаточности, ВА-ЭКМО – при гемодинамических наруше-

ниях, в том числе при низкой ФВ ЛЖ. Аппарат ЭКМО может создавать поток крови до 7 л/мин, однако использование потока более 5 л/мин сопряжено с риском развития гемолиза и является редким. Основным преимуществом ЭКМО является возможность быстрой чрескожной имплантации, что особенно важно в неотложных ситуациях, а также проведения длительной поддержки гемодинамики [46].

В настоящее время отсутствуют крупные РКИ по оценке эффективности и безопасности ЭКМО при ЧКВ. Доказательная база основывается на данных нескольких одноцентровых исследований с небольшой выборкой пациентов. В целом можно сделать вывод, что использование ЭКМО ассоциируется с низкой частотой МАССЕ (14–17%) и общей смертности (0–7%) [47–49].

Устройство *Impella* представляет из себя микроаксиальный насос, который устанавливается через бедренный или подключичный/подмышечный артериальный доступ, непосредственно в полость ЛЖ через аортальный клапан под флюороскопическим контролем. После позиционирования устройство позволяет активно дренировать кровь из полости ЛЖ в восходящий отдел аорты, увеличивая СВ, а также перфузионное давление в аорте и коронарном русле. Использование насоса также приводит к уменьшению конечного диастолического давления в ЛЖ и, как следствие, снижает диастолическое и систолическое напряжение миокарда. Устройство способно создавать выброс со скоростью 2,5–5 л/мин. Однако для достижения больших скоростей потока требуется имплантация более крупных устройств, вплоть до 21 Fr, что не всегда удается выполнить чрескожно.

Эффективность использования устройства *Impella* при ЧКВ изучалась в крупном РКИ PROTECT II [50], нескольких крупных регистрах [51, 52] и небольших нерандомизированных исследованиях [53, 54].

В исследовании PROTECT II сравнивалась эффективность двух различных устройств для МПК (*Impella* 2,5 против ВАБК) при ЧКВ. В исследование были включены данные 452 пациентов, у 427 из которых были оценены отдаленные результаты. Частота неблагоприятных событий через 30 дней статистически не различалась между группами (34% против 42%, $p=0,092$), однако через 90 дней использование *Impella* ассоциировалось с меньшей

частотой неблагоприятных событий (40% против 51%, $p=0,023$) [55].

Возможности механической поддержки гемодинамики у пациентов с низкой ФВ ЛЖ многократно увеличились за последние годы. Появились устройства, позволяющие провести чрескожную имплантацию, начать поддержку интраоперационно в кратчайшие сроки. Однако в настоящее время отсутствует алгоритм выбора того или иного устройства для МПК при ЧКВ. Также отсутствуют данные крупных РКИ о сравнительной эффективности различных стратегий механической поддержки. Доказательная база ЭКМО остается недостаточной для полноценного внедрения в клиническую практику в качестве МПК при ЧКВ. Требуется проведение крупных исследований для полноценного понимания возможностей каждого устройства, а также правильного отбора пациентов для выбора того или иного метода.

Заключение

Проблема развития ХСН в отдаленном периоде после перенесенного ИМ является предметом ряда исследований отечественных и зарубежных авторов. ХСН является неблагоприятным фактором, влияющим на отдаленную выживаемость пациентов и частоту развития неблагоприятных событий. Степень восстановления сократительной способности ЛЖ зависит от характера поражения коронарного русла, обширности поражения миокарда, тяжести исходной дисфункции ЛЖ в остром периоде.

Коронарное шунтирование является методом выбора реваскуляризации миокарда у пациентов с ИБС и низкой ФВ ЛЖ. В настоящее время существует большая доказательная база касательно эффективности и безопасности данного хирургического вмешательства у различных групп пациентов, включая пациентов с дисфункцией ЛЖ. Однако низкая ФВ все же является предиктором повышенной летальности и длительной госпитализации. Также стоит учитывать, что большинство пациентов с дисфункцией ЛЖ имеют множество коморбидных заболеваний и не могут рассматриваться в качестве кандидатов для КШ. Данные обстоятельства способствуют поиску альтернативных методов реваскуляризации миокарда у данной группы пациентов.

В настоящее время на приоритетные позиции в лечении пациентов с ИБС и дисфунк-

цией ЛЖ начинает выходить ЧКВ, являющееся щадящим и органосохраняющим вмешательством, не требующим применения ИК и искусственной вентиляции легких. При этом использование методов механической поддержки кровообращения (ВАБК, ЭКМО, устройство Impella) при ЧКВ многократно улучшает клинические исходы вмешательств, повышая их безопасность и эффективность даже при тяжелом поражении коронарного русла.

Анализ данных литературы показывает, что ЧКВ является эффективным методом лечения ИБС у пациентов с низкой ФВ ЛЖ, однако в доступной литературе представлено небольшое количество публикаций, посвященных данному вопросу, что указывает на недостаточную изученность проблемы в нашей стране.

Литература/References

1. Dörr O., Liebetrau C., Weferling M., Hoffmann F., Forde-
rer N., Keller T. et al. Fractional flow reserve and frequency
of PCI in patients with coronary artery disease. *Herz*. 2020;
45 (8): 752–758. DOI: 10.1007/s00059-019-04848-4
2. Murphy S.P., Ibrahim N.E., Januzzi J.L. Heart failure with
reduced ejection fraction: A review. *JAMA*. 2020; 324 (5):
488–504. DOI: 10.1001/jama.2020.10262
3. Sun L.Y., Gaudino M., Chen R.J., Bader Eddeen A., Ruel M.
Long-term outcomes in patients with severely reduced
left ventricular ejection fraction undergoing percutaneous
coronary intervention vs coronary artery bypass grafting.
JAMA Cardiol. 2020; 5 (6): 631–641. DOI: 10.1001/
jamacardio.2020.0239
4. Николаев Д.А., Бобошко А.В., Бобошко В.А.,
Чернявский А.М., Корнилов И.А., Шилова А.Н. и др.
Выбор метода обеспечения реvascularизации миокарда
у больных с низкой фракцией выброса левого желудочка
(<35%): рандомизированное проспективное исследова-
ние. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых
заболеваний*. 2016; 5 (3): 21–34.
Nikolaev D.A., Boboshko A.V., Boboshko V.A.,
Chernyavsky A.M., Kornilov I.A., Shilova A.N. et al.
Choosing a method of myocardial revascularization in
patients with low left ventricular ejection fraction (<35%):
a randomized prospective study. *Complex Problems of
Cardiovascular Diseases*. 2016; 5 (3): 21–34 (in Russ.).
5. Желихажева М.В., Мерзляков В.Ю. Хирургическое ле-
чение постинфарктной аневризмы левого желудочка
задне-базальной локализации в условиях параллельной
перфузии. *Анналы хирургии*. 2016; 21 (5): 324–328.
Zhelikhazheva M.V., Merzlyakov V.Yu. Surgical treatment
of post-infarction left ventricular aneurysm of posterobasal
localization under conditions of parallel perfusion. *Russian
Annals of Surgery*. 2016; 21 (5): 324–328 (in Russ.).
6. Gallone G., Kang J., Bruno F., Han J.K., De Filippo O.,
Yang H.M. et al. Impact of left ventricular ejection fraction
on procedural and long-term outcomes of bifurcation
percutaneous coronary intervention. *Am. J. Cardiol*. 2022;
172: 18–25. DOI: 10.1016/j.amjcard.2022.02.015
7. Ishida K., Martin-Yuste V., Prat S., Cardona M., Ferreira I.,
Sabaté M. Prognosis of patients with reduced left ventricular
ejection fraction and chronic total occlusion according to
treatment applied. *Cardiovasc. Revasc. Med*. 2021; 27:
22–27. DOI: 10.1016/j.carrev.2020.06.006
8. Kobayashi N., Ito Y., Kishi K., Muramatsu T., Okada H.,
Oikawa Y. et al. Procedural results and in-hospital outcomes
of percutaneous coronary intervention for chronic total
occlusion in patients with reduced left ventricular ejection
fraction: Sub-analysis of the Japanese CTO-PCI Expert
Registry. *Catheter. Cardiovasc. Interv*. 2022; 100 (1): 30–
39. DOI: 10.1002/ccd.30231
9. Thuijs D.J.F.M., Milojevic M., Stone G.W., Puskas J.D.,
Serruys P.W., Sabik J.F. et al. Impact of left ventricular
ejection fraction on clinical outcomes after left main
coronary artery revascularization: results from the
randomized EXCEL trial. *Eur. J. Heart Fail*. 2020; 22 (5):
871–879. DOI: 10.1002/ehf.1681
10. Rahimtoola S.H. The hibernating myocardium. *Am. Heart
J*. 1989; 117 (1): 211–221.
11. Бранд Я.Б., Бикбова Н.М., Ключников И.В., Харито-
нова Н.И., Мазанов М.Х., Иванов М.Г. Спекл-трекинг
эхокардиография в оценке жизнеспособного миокарда
у пациентов с ишемической болезнью сердца и выра-
женной левожелудочковой дисфункцией. *Клиническая
физиология кровообращения*. 2017; 14 (4): 185–192.
DOI: 10.24022/1814-6910-2017-14-4-185-192
Brand Ya.B., Bikbova N.M., Klyuchnikov I.V., Kharito-
nova N.I., Mazanov M.Kh., Ivanov M.G. Speckle tracking
echocardiography assessment of viable myocardium
in patients with coronary heart disease and severe left
ventricular dysfunction. *Clinical Physiology of Blood
Circulation*. 2017; 14 (4): 185–192 (in Russ.). DOI:
10.24022/1814-6910-2017-14-4-185-192
12. Mock M.B., Ringqvist I., Fisher L.D., Davis K.B., Chait-
man B.R., Kouchoukos N.T. et al. Survival of medically
treated patients in the coronary artery surgery study (CASS)
registry. *Circulation*. 1982; 66 (3): 562–568.
13. Alhakak A.S., Teerlink J.R., Lindenfeld J., Böhm M.,
Rosano G.M.C., Biering-Sørensen T. The significance of
left ventricular ejection time in heart failure with reduced
ejection fraction. *Eur. J. Heart Fail*. 2021; 23 (4): 541–551.
DOI: 10.1002/ehf.2125
14. Riccardi M., Sammartino A.M., Piepoli M., Adamo M.,
Pagnesi M., Rosano G. et al. Heart failure: an update from
the last years and a look at the near future. *ESC Heart Fail*.
2022; 9 (6): 3667–3693. DOI: 10.1002/ehf2.14257
15. Kadric N., Osmanovic E., Avdic S., Jahic M., Rajkovic S.,
Salihovic E. Myocardial surgical revascularization in
patients with reduced left ventricular ejection fraction.
Med. Arch. 2022; 76 (6): 426–429. DOI: 10.5455/
medarh.2022.76.426-429
16. Williams J.F., Bristow M.R., Fowler M.B., Francis G.S.,
Gersh B.J., Hammer D.F. et al. Guidelines for the evaluation
and management of heart failure. *J. Am. Coll. Cardiol*.
1995; 26 (5): 1376–1398.
17. Bagheri Faradonbeh S., Ebadi Fard Azar F., Rezapour A.,
Hajahmadi M., Hajmiresmaili S.J. Comparing the
effectiveness of revascularization interventions with
medical therapy in patients with ischemic cardiomyopathy:
A systematic review and meta-analysis. *Med. J. Islam.
Repub. Iran*. 2018; 32: 127.
18. Milano C.A., White W.D., Smith L.R., Jones R.H.,
Lowe J.E., Smith P.K., Van Trigt P. 3rd. Coronary artery
bypass in patients with severely depressed ventricular
function. *Ann. Thorac. Surg*. 1993; 56 (3): 487–493.
19. Carr J.A., Haithcock B.E., Paone G., Bernabei A.F.,
Silverman N.A. Long-term outcome after coronary artery

- bypass grafting in patients with severe left ventricular dysfunction. *Ann. Thorac. Surg.* 2002; 74 (5): 1531–1536. DOI: 10.1016/s0003-4975(98)00773-5
20. Filsoofi F., Rahmanian P.B., Castillo J.G., Chikwe J., Kini A.S., Adams D.H. Results and predictors of early and late outcome of coronary artery bypass grafting in patients with severely depressed left ventricular function. *Ann. Thorac. Surg.* 2007; 84 (3): 808–816. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2007.04.117
 21. Несмачный А.С., Чернявский А.М., Бобошко А.В., Эфендиев В.У., Рuzматов Т.М., Карева Ю.Е., Подсосникова Т.Н. Хирургическое лечение больных ИБС с выраженной дисфункцией левого желудочка на работающем сердце в условиях параллельного искусственного кровообращения. *Медицина и образование в Сибири.* 2015; 2: 10–23.
Nesmachny A.S., Chernyavsky A.M., Boboshko A.V., Efendiev V.U., Ruzmatov T.M., Kareva Yu.E., Podsoznikova T.N. Surgical treatment of patients with coronary artery disease with severe left ventricular dysfunction on a beating heart under conditions of parallel artificial circulation. *Medicine and Education in Siberia.* 2015; 2: 10–23 (in Russ.).
 22. Базылев В.В., Бартош Ф.Л., Бабуков Р.М., Микуляк А.И. Препараторы ранней окклюзии коронарных шунтов у пациентов с крайне низкой фракцией выброса. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2019; 25 (1): 153–157. DOI: 10.33529/angio2019120
Bazylev V.V., Bartosh F.L., Babukov R.M., Mikulyak A.I. Predictors of coronary artery bypass grafts early occlusions in patients with extremely low ejection fraction. *Angiology and Vascular Surgery.* 2019; 25 (1): 153–157 (in Russ.). DOI: 10.33529/angio2019120
 23. Базылев В.В., Евдокимов М.Е., Пантюхина М.А., Морозов З.А. Искусственное кровообращение при чрескожных коронарных вмешательствах высокого риска. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2016; 22 (3): 112–118.
Bazylev V.V., Evdokimov M.E., Pantukhina M.A., Morozov Z.A. Cardiopulmonary bypass for high-risk percutaneous coronary interventions. *Angiology and Vascular Surgery.* 2016; 22 (3): 112–118 (in Russ.).
 24. Бокерия Л.А., Бокерия О.Л., Петросян А.Д., Шварц В.А., Донаканян С.А., Биниашвили М.Б., Испирян А.Ю. Отдаленные результаты операций изолированной трансмиокардиальной лазерной реваскуляризации в сочетании с интрамиокардиальным введением аутологичных стволовых клеток костного мозга. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН.* 2019; 20 (4): 334–340. DOI: 10.24022/1810-0694-2019-20-4-334-340
Bockeria L.A., Bockeria O.L., Petrosyan A.D., Schwartz V.A., Donakanyan S.A., Biniashvili M.B., Ispiryan A.Yu. Long-term results of isolated transmyocardial laser revascularization in combination with intramyocardial administration of autologous bone marrow stem cells. *Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases.* 2019; 20 (4): 334–340 (in Russ.). DOI: 10.24022/1810-0694-2019-20-4-334-340
 25. Bangalore S., Guo Y., Samadashvili Z., Blecker S., Hannan E.L. Revascularization in patients with multivessel coronary artery disease and severe left ventricular systolic dysfunction: Everolimus-eluting stents versus coronary artery bypass graft surgery. *Circulation.* 2016; 133 (22): 2132–2140.
 26. Hawranek M., Zembala M.O., Gasior M., Hrapkowicz T., Pyka L., Ciesla D., Zembala M. Comparison of coronary artery bypass grafting and percutaneous coronary intervention in patients with heart failure with reduced ejection fraction and multivessel coronary artery disease. *Oncotarget.* 2018; 9 (30): 21201–21210.
 27. Ngu J.M.C., Ruel M., Sun L.Y. Left ventricular function recovery after revascularization: comparative effects of percutaneous coronary intervention and coronary artery bypass grafting. *Curr. Opin. Cardiol.* 2018; 33 (6): 633–637.
 28. Perera D., Clayton T., Petrie M.C., Greenwood J.P., O’Kane P.D., Evans R. et al. Percutaneous revascularization for ischemic ventricular dysfunction: Rationale and design of the REVIVED-BCIS2 Trial: Percutaneous Coronary Intervention for Ischemic Cardiomyopathy. *JACC. Heart Fail.* 2018; 6 (6): 517–526. DOI: 10.1016/j.jchf.2018.01.024
 29. Алекан Б.Г., Григорьян А.М., Стаферов А.В., Карапетян Н.Г. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации – 2018 год. *Эндоваскулярная хирургия.* 2019; 6 (2, Спецвыпуск): 5–188. DOI: 10.24022/1810-0694-2019-6-2s
Alekyan B.G., Grigoryan A.M., Staferov A.V., Karapetyan N.G. Endovascular diagnosis and treatment of heart and vascular diseases in the Russian Federation – 2018. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2019; 6 (2, Special Issue): 5–188 (in Russ.). DOI: 10.24022/1810-0694-2019-6-2s
 30. Алекан Б.Г., Муратов Р.М., Карапетян Н.Г., Григорьев В.С. Успешное чрескожное коронарное вмешательство у пациента с критическим сужением «незащищенного» ствола левой коронарной артерии, хронической окклюзией правой и огибающей коронарных артерий, фракцией выброса левого желудочка 23%. *Эндоваскулярная хирургия.* 2015; 2 (3): 31–37.
Alekyan B.G., Muratov R.M., Karapetyan N.G., Grigoriev V.S. Successful percutaneous coronary intervention in a patient with critical stenosis of the “unprotected” left main, right and circumflex coronary arteries chronic total occlusions and left ventricular ejection fraction of 23%. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2015; 2 (3): 31–37 (in Russ.).
 31. Wallace T.W., Berger J.S., Wang A., Velazquez E.J., Brown D.L. Impact of left ventricular dysfunction on hospital mortality among patients undergoing elective percutaneous coronary intervention. *Am. J. Cardiol.* 2009; 103 (3): 355–360.
 32. Briguori C., Aranzulla T.C., Airolidi F., Cosgrave J., Tavano D., Michev I. et al. Stent implantation in patients with severe left ventricular systolic dysfunction. *Int. J. Cardiol.* 2009; 135 (3): 376–384.
 33. Kunadian V., Pugh A., Zaman A.G., Qiu W. Percutaneous coronary intervention among patients with left ventricular systolic dysfunction: a review and meta-analysis of 19 clinical studies. *Coron. Artery Dis.* 2012; 23 (7): 469–479. DOI: 10.1097/MCA.Ob013e3283587804
 34. Daneault B., Genereux P., Kirtane A.J., Witzenbichler B., Guagliumi G., Paradis J.-M. et al. Comparison of three-year outcomes after primary percutaneous coronary intervention in patients with left ventricular ejection fraction <40% versus ≥ 40% (from the HORIZONS-AMI trial). *Am. J. Cardiol.* 2013; 111 (1): 12–20. DOI: 10.1016/j.amjcard.2012.08.040
 35. Nozari Y., Oskouei N.J., Khazaeipour Z. Effect of elective percutaneous coronary intervention on left ventricular function in patients with coronary artery disease. *Acta Med. Iran.* 2012; 50 (1): 26–30.
 36. Garcia S., Sandoval Y., Roukoz H., Adabag S., Canonierno M., Yannopoulos D., Brilakis E.S. Outcomes after

- complete versus incomplete revascularization of patients with multivessel coronary artery disease: a meta-analysis of 89,883 patients enrolled in randomized clinical trials and observational studies. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013; 62 (16): 1421–1431. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.05.033
37. Cardona M., Martin V., Prat-Gonzalez S., Ortiz J.T., Perea R.J., de Caralt T.M. et al. Benefits of chronic total coronary occlusion percutaneous intervention in patients with heart failure and reduced ejection fraction: insights from a cardiovascular magnetic resonance study. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2016; 18 (1): 78. DOI: 10.1186/s12968-016-0287-5
 38. Perera D., Clayton T., O'Kane P.D., Greenwood J.P., Weerackody R., Ryan M. et al. REVIVED-BCIS2 Investigators. Percutaneous revascularization for ischemic left ventricular dysfunction. *N. Engl. J. Med.* 2022; 387 (15): 1351–1360. DOI: 10.1056/NEJMoa2206606
 39. Wang S., Lyu Y., Cheng S., Liu J., Borah B.J. Clinical outcomes of patients with coronary artery diseases and moderate left ventricular dysfunction: percutaneous coronary intervention versus coronary artery bypass graft surgery. *Ther. Clin. Risk. Manag.* 2021; 17: 1103–1111. DOI: 10.2147/TCRM.S336713
 40. Миронков А.Б., Саховский С.А., Рядовой И.Г., Миронков Б.Л. Эффективность эндоваскулярной ревазкуляризации миокарда как «моста» к трансплантации сердца у пациентов с хронической сердечной недостаточностью ишемического генеза. *Вестник трансплантологии и искусственных органов.* 2016; 18 (4): 66–70. Mironkov A.B., Sakhovskiy S.A., Ryadovoy I.G., Mironkov B.L. The effectiveness of endovascular myocardial revascularization as a “bridge” to heart transplantation in patients with ischemic chronic heart failure. *Bulletin of Transplantation and Artificial Organs.* 2016; 18 (4): 66–70 (in Russ.).
 41. Kanyal R., Byrne J. The role of mechanical support devices during percutaneous coronary intervention. *JRSM Cardiovasc. Dis.* 2021; 10: 20480040211014064. DOI: 10.1177/20480040211014064
 42. Parissis H., Graham V., Lampridis S., Lau M., Hooks G., Mhandu P.C. IABP: history-evolution-pathophysiology-indications: what we need to know. *J. Cardiothorac. Surg.* 2016; 11 (1): 122. DOI: 10.1186/s13019-016-0513-0
 43. Perera D., Stables R., Clayton T., de Silva K., Lumley M., Clock L. et al. Long-term mortality data from the balloon pump-assisted coronary intervention study (BCIS-1): a randomized, controlled trial of elective balloon counterpulsation during high-risk percutaneous coronary intervention. *Circulation.* 2013; 127 (2): 207–212. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.13220
 44. Romeo F., Acconcia M.C., Sergi D., Romeo A., Francioni S., Caretta R. et al. Lack of intra-aortic balloon pump effectiveness in high-risk percutaneous coronary interventions without cardiogenic shock: a comprehensive meta-analysis of randomised trials and observational studies. *Int. J. Cardiol.* 2013; 167 (5): 1783–1793. DOI: 10.1016/j.ijcard.2012.12.027
 45. Chieffo A., Dudek D., Hassager C., Comles A., Gramegna M., Halvarsen S. et al. Joint EAPCI/ACVC expert consensus document on percutaneous ventricular assist devices. *Eur. Heart J. Acute Cardiovasc. Care.* 2021; 10 (5): 570–583. DOI: 10.1093/ehjacc/zuab015
 46. Lindholm J.A. Cannulation for veno-venous extracorporeal membrane oxygenation. *J. Thorac. Dis.* 2018; 10 (Suppl. 5): S606–S612. DOI: 10.21037/jtd.2018.03.101
 47. Zhao L., Zhang C.P., Wang H.R., Li Z.B., Liu B., Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi. Published online August 24, 2021. DOI: 10.3760/cma.j.cn112148-20210324-00270
 48. Van den Brink F.S., Meijers T.A., Hofma S.H., van Boven A.J., Nap A., Vonk A. et al. Prophylactic veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation in patients undergoing high-risk percutaneous coronary intervention. *Neth. Heart J.* 2020; 28 (3): 139–144. DOI: 10.1007/s12471-019-01350-8
 49. Marchese A., Tarantini G., Tito A., Margani V., Resta F., Phojnini I. et al. Mechanical circulatory support and intravascular lithotripsy in high-risk patients undergoing percutaneous coronary intervention and transcatheter aortic valve replacement: a case series. *Eur. Heart J. Case Rep.* 2021; 5 (12): ytab498. Published 2021 Dec 7. DOI: 10.1093/ehjcr/ytab498
 50. Burke D.A., Kundi H., Almonacid A., O'Neill W.W., Moses J., Kleiman N. et al. The value of left ventricular support in patients with reduced left ventricular function undergoing extensive revascularization: An analysis from the PROTECT-II randomized trial. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2019; 12 (19): 1985–1987. DOI: 10.1016/j.jcin.2019.07.050
 51. O'Neill W.W., Anderson M., Burkhoff D., Grines C.L., Kapur N.K., Lansky A.J. et al. Improved outcomes in patients with severely depressed LVEF undergoing percutaneous coronary intervention with contemporary practices. *Am. Heart J.* 2022; 248: 139–149. DOI: 10.1016/j.ahj.2022.02.006
 52. Cohen M.G., Matthews R., Maini B., Dixon S., Vetrovec G., Wohns D. et al. Percutaneous left ventricular assist device for high-risk percutaneous coronary interventions: Real-world versus clinical trial experience. *Am. Heart J.* 2015; 170 (5): 872–879. DOI: 10.1016/j.ahj.2015.08.009
 53. Aurigemma C., Burzotta F., Chieffo A., Briguori C., Piva T., De Marco F. et al. Clinical Impact of Revascularization Extent in Patients Undergoing Impella-Protected PCI Enrolled in a Nationwide Registry. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2021; 14 (6): 717–719. DOI: 10.1016/j.jcin.2021.01.017
 54. Wollmuth J., Patel M.P., Dahle T., Bharadwaj A., Waggoner T.E., Chambers J.W. et al.; RESTORE EF Investigators. Ejection fraction improvement following contemporary high-risk percutaneous coronary intervention: RESTORE EF study results. *J. Soc. Cardiovasc. Angiogr. Interv.* 2022; 1: 100350.
 55. O'Neill W.W., Kleiman N.S., Moses J., Henrique J.P.S., Dixon S., Massaro J. et al. A prospective, randomized clinical trial of hemodynamic support with Impella 2.5 versus intra-aortic balloon pump in patients undergoing high-risk percutaneous coronary intervention: the PROTECT II study. *Circulation.* 2012; 126 (14): 1717–1727. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.098194

Оригинальные статьи

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.132.2-073.43

Оценка предикторов развития синдрома no-reflow у пациентов с острым коронарным синдромом и подъемом сегмента ST по данным внутрисосудистого ультразвукового исследования

В.А. Соловьев¹✉, В.Н. Ардеев¹, О.Е. Зауралов¹, Л.М. Малишевский², И.Н. Кочанов³, В.В. Миронов⁴, А.Л. Каледин³, Т.Я. Бурак³, С.С. Селецкий³, А.В. Козаев⁵, Ю.Ю. Гарин¹, И.М. Ибрагимов¹, М.А. Белков¹, И.Р. Кирпичников¹, О.Е. Латкин¹, Д.В. Газизов¹

¹ГБУЗ Ленинградской области «Всеволожская клиническая межрайонная больница», Санкт-Петербург, Российская Федерация

²ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Российская Федерация

³ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Российская Федерация

⁴ГБУЗ Ленинградской области «Гатчинская клиническая межрайонная больница» Санкт-Петербург, Российская Федерация

⁵Санкт-Петербургская клиническая больница Российской Академии Наук, Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉ **Соловьев Виталий Алексеевич**, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-1631-2423, e-mail: solovyov_vitaliy@inbox.ru

Ардеев Владимир Николаевич, заведующий отделением, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-2723-0511

Зауралов Олег Евгеньевич, канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0001-8898-9965

Малишевский Лев Михайлович, аспирант, врач – сердечно-сосудистой хирург; orcid.org/0000-0002-1025-3728

Кочанов Игорь Николаевич, канд. мед. наук, заведующий отделением, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-3499-1792

Миронов Вячеслав Валерьевич, заведующий отделением, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0009-0008-5035-4727

Каледин Александр Леонидович, канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-0581-6132

Бурак Тарас Ярославович, канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-2591-2738

Селецкий Сергей Сергеевич, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0001-6982-9501

Козаев Андрей Викентьевич, заведующий отделением, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-1945-4243

Гарин Юрий Юрьевич, канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0001-7472-9994

Ибрагимов Исмаил Мухаметалиевич, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0009-0009-7971-2185

Белков Максим Александрович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0009-0004-7545-7416

Кирпичников Иван Родионович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0009-0004-1386-7348

Латкин Олег Евгеньевич, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-3778-5254

Газизов Данил Викторович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0009-0006-8548-6151

Резюме

Цель исследования – оценить прогностическую значимость возможных предикторов развития синдрома no-reflow у пациентов с острым коронарным синдромом и подъемом сегмента ST (ОКСпST) по данным внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ).

Материал и методы. В одноцентровое ретроспективное исследование был включен 161 пациент с ОКСпСТ, прооперированных под контролем ВСУЗИ. Средний возраст составил 60 лет [29; 88]. Критерии включения: наличие изменений на электрокардиограмме (ЭКГ), соответствующие ОКСпСТ в сочетании с ангиографической картиной. Критерии исключения определялись снижением систолического артериального давления (САД) ниже 90 мм рт. ст. Первичный анализ включал 28 возможных ВСУЗИ-предикторов развития синдрома no-reflow.

Результаты. При статистическом анализе было установлено, что среди пациентов с синдромом no-reflow значимо чаще регистрировались параметры с большими площадями морфологических структур атеросклеротической бляшки. Показатели, продемонстрировавшие значимую связь с развитием синдрома no-reflow, были проанализированы в ходе многофакторного анализа. Было установлено, что только площадь атеромы в срезе с максимальным plaque burden является независимым предиктором развития синдрома no-reflow (отношение шансов (ОШ) 2,3, 95% доверительный интервал (ДИ) 1,5–3,7, $p < 0,001$).

Заключение. По результатам анализа выявлен количественный показатель вероятности наступления синдрома no-reflow по данным ВСУЗИ у пациентов с ОКСпСТ.

Ключевые слова: острый коронарный синдром с подъемом сегмента ST, внутрисосудистое ультразвуковое исследование, чрескожное коронарное вмешательство, феномен no-reflow, предикторы no-reflow

Для цитирования: Соловьев В.А., Ардеев В.Н., Зауралов О.Е., Малишевский Л.М., Кочанов И.Н., Миронов В.В., Каледин А.Л., Бурак Т.Я., Селецкий С.С., Козаев А.В., Гарин Ю.Ю., Ибрагимов И.М., Белков М.А., Кирпичников И.Р., Латкин О.Е., Газизов Д.В. Оценка предикторов развития синдрома no-reflow у пациентов с острым коронарным синдромом и подъемом сегмента ST по данным внутрисосудистого ультразвукового исследования. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (3): 302–312. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-302-312

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 06.05.2024

Принята к печати 19.07.2024

Evaluation of predictors of the development of no-reflow syndrome in patients with acute ST-elevation myocardial infarction according to intravascular ultrasound data

V.A. Solovyev¹✉, V.N. Ardeev¹, O.E. Zauralov¹, L.M. Malishevskiy², I.N. Kochanov³, V.V. Mironov⁴, A.L. Kaledin³, T.Ya. Burak³, S.S. Seletskiy³, A.V. Kozhev⁵, Yu.Yu. Garin¹, I.M. Ibragimov¹, M.A. Belkov¹, I.R. Kirpichnikov¹, O.E. Latkin¹, D.V. Gazizov¹

¹Vsevolozhsk Clinical Interdistrict Hospital, Saint-Petersburg, Russian Federation

²Almazov National Medical Research Centre Saint-Petersburg, Russian Federation

³North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint-Petersburg, Russian Federation

⁴Gatchina Clinical Interdistrict Hospital, Saint-Petersburg, Russian Federation

⁵Saint-Petersburg Clinical Hospital of the Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russian Federation

✉Vitaliy A. Solovyev, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-1631-2423, e-mail: solovyov_vitaliy@inbox.ru

Vladimir N. Ardeev, Head of Department, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-2723-0511

Oleg E. Zauralov, Cand. Med. Sci., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-8898-9965

Lev M. Malishevskiy, Postgraduate, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-1025-3728

Igor N. Kochanov, Head of Department; orcid.org/0000-0002-3499-1792

Vyacheslav V. Mironov, Head of Department, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0008-5035-4727

Aleksandr L. Kaledin, Cand. Med. Sci., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-0581-6132

Taras Ya. Burak, Cand. Med. Sci., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-2591-2738

Sergey S. Seletskiy, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-6982-9501

Andrey V. Kozhev, Head of Department; orcid.org/0000-0002-1945-4243

Yuriy Yu. Garin, Cand. Med. Sci., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-7472-9994

Ismail M. Ibragimov, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0009-7971-2185

Maksim A. Belkov, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0004-7545-7416

Ivan R. Kirpichnikov, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0004-1386-7348

Oleg E. Latkin, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-3778-5254

Danil V. Gazizov, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0006-8548-6151

Abstract

Objective. To evaluate the prognostic innovativeness predictors of the development of unrestored rotation syndrome in patients with acute coronary syndrome with ST-segment elevation (STE-ACS) according to intravascular ultrasound (IVUS).

Material and methods. The single-center study included 161 patients (72% men) with STE-ACS operated under IVUS guidance. The average age was 60 years [29; 88]. The criteria for inclusion in the study were: the presence of changes on the electrocardiogram (ECG) corresponding to STE-ACS in combination with the angiographic

picture. Exclusion criteria were defined as a decrease in systolic blood pressure (SBP) < 90 mmHg. The primary analysis included 28-IVUS predictors of the development of syndrome no-reflow.

Results. Statistical analysis revealed that among patients with no-reflow syndrome, parameters with larger sizes and areas of morphological structures of the atherosclerotic plaque, as well as their ratios, were significantly more often recorded. The indicators that demonstrated a significant association with the development of no-reflow syndrome were analyzed in a multivariate analysis, during which it was found that only the area of atheroma in the section with the maximum plaque burden was an independent predictor of the development of no-reflow syndrome (odds ratio (OR) 2.3, 95% CI 1.5–3.7, $p < 0.001$).

Conclusion. Based on the results of the analysis, a quantitative criterion for the probability of the onset of unrestored blood flow syndrome according to IVUS data in patients with STEMI was developed.

Keywords: acute coronary syndrome ST-segment elevation, intravascular ultrasound, percutaneous coronary intervention, no-reflow phenomenon, predictors of no-reflow

For citation: Solovyev V.A., Ardeev V.N., Zauralov O.E., Malishevskiy L.M., Kochanov I.N., Mironov V.V., Kaledin A.L., Burak T.Ya., Seletskiy S.S., Kozaev A.V., Garin Yu.Yu., Ibragimov I.M., Belkov M.A., Kirpichnikov I.R., Latkin O.E., Gazizov D.V. Evaluation of predictors of the development of no-reflow syndrome in patients with acute ST-elevation myocardial infarction according to intravascular ultrasound data. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (3): 302–312 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-302-312

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

Received May 06, 2024
Accepted July 19, 2024

Введение

Синдром no-reflow – нередкое явление при проведении чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) у пациентов с острым коронарным синдромом и подъемом сегмента ST (ОКСпST). По разным оценкам, частота его возникновения варьирует от 2 до 44% [1, 2]. В его основе лежит отсутствие реперфузии микроциркуляторного русла, несмотря на восстановление просвета эпикардальной части артерии после проведенного ЧКВ в целевой артерии. Выделяют ряд факторов, которые в совокупности определяют развитие феномена no-reflow. Так, одним из ведущих механизмов развития синдрома no-reflow считают микрососудистую обструкцию вследствие ишемического реперфузионного повреждения и эмболии дистальных отделов артерии фрагментами тромба и атеросклеротической бляшки (АСБ) [3]. Кроме того, к важным механизмам развития данного синдрома относят дисфункцию эндотелия и отек миокарда [4]. Сложность в предсказании наступления данного синдрома определяет тактику рентгенэндоваскулярного хирурга в виде стремления к минимизации манипуляций в целевом сосуде, что в свою очередь может привести к недостаточной оптимизации стента, а значит и к нежелательным последствиям: раннему тромбозу имплантированных стентов, увеличению госпитальной летальности, а также отразиться на частоте рестенозов стентов и наступлению больших неблагоприятных сердечно-сосудистых событий в отдаленном периоде [5–9].

При этом широко известно о снижении частоты наступления больших неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, как в раннем послеоперационном, так и в отдаленном периоде наблюдений у таких пациентов при использовании методов внутрисосудистой визуализации [10, 11]. В то же время частота использования методов внутрисосудистой визуализации как в нашей стране, так и во всем мире остается низкой [12–14]. Это может быть обусловлено отсутствием понимания вероятности развития данного синдрома, что может стать причиной отказа от выполнения постдилатации в индексную процедуру. Дать прогностическую оценку рисков развития синдрома no-reflow в ходе исследования морфологии АСБ могут методы внутрисосудистой визуализации. Однако на сегодняшний день не существует предикторов по внутрисосудистому ультразвуковому исследованию (ВСУЗИ) наступления синдрома no-reflow. Известна лишь связь применения ВСУЗИ со снижением ранних и поздних неблагоприятных событий у пациентов с ОКСпST [10, 11].

Цель исследования – оценить прогностическую значимость предикторов развития синдрома no-reflow у пациентов с ОКСпST по данным ВСУЗИ.

Материал и методы

В одноцентровое ретроспективное исследование был включен 161 пациент (72% мужчин) с ОКСпST, прооперированных под контро-

лем ВСУЗИ в период с июня 2022 г. по январь 2024 г. Средний возраст составил 60 [29; 88] лет. Критериями включения в исследование являлись: наличие изменений на электрокардиограмме (ЭКГ), соответствующие ОКСпST в сочетании с ангиографической картиной ОКСпST. Критерий исключения определялся снижением систолического артериального давления (АД) менее 90 мм рт. ст. При первичном анализе данных были оценены параметры клинической характеристики пациентов, лабораторные показатели, характеристики операции, а также данные ВСУЗИ. Все пациенты получали оптимальную медикаментозную терапию на основании действующих Российских рекомендаций по лечению острого инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST на ЭКГ. ВСУЗИ выполнялось в ходе процедуры чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) до и сразу после имплантации стента. Данные для анализа были получены с помощью 40 и 60 МГц ВСУЗИ-катетеров (OptiCross, OptiCross HD, Boston Scientific, США) на аппарате iLab (Boston Scientific, США), а также с помощью 20 МГц цифровых катетеров для ВСУЗИ (Eagle Eye Platinum Short Tip, Philips, Нидерланды) на аппарате мобильной версии Volcano CORE (Philips, Нидерланды). Анализ полученных данных проводился на аппаратах iLab (Boston Scientific, США), мобильной версии Volcano CORE (Philips, Нидерланды), а также с помощью программного обеспечения Boston Scientific Image Viewer (Boston Scientific, США).

Оценка параметров ВСУЗИ проводилась в зоне целевого поражения артерии.

Определялись:

- минимальный, средний и максимальный диаметр артерии в проксимальной и дистальной точках имплантации стента (рассчитывались по границе наружной эластической мембраны);

- площадь просвета артерии, площадь атеросклеротической бляшки (plaque burden, рассчитывался в виде разницы между площадью артерии по наружной эластической мембране и площадью артерии по внутреннему просвету);

- проксимальная и дистальная площадь артерии в точке края имплантации стента (рассчитывались по границе наружной эластической мембраны);

- имплантация стента в plaque burden более 50% (рассчитывалась по признаку наличия/отсутствия имплантации края стента в зону, где соотношение между площадью артерии по наружной эластической мембране к площади артерии по внутреннему просвету в процентном соотношении составляет более 50%);

- внутрисосудистая оценка коронарного кальция (CaScore),

- площадь липидного ядра (рассчитывалась по данным ВСУЗИ в зоне с низкой эхогенностью);

- площадь атеромы в срезе с максимальным plaque burden рассчитывалась как разница между площадью артерии по наружной эластической мембране и площади артерии по внутреннему просвету (в квадратных миллиметрах) в срезе с максимальным plaque burden), а также соотношение вышеописанных параметров (рис. 1).

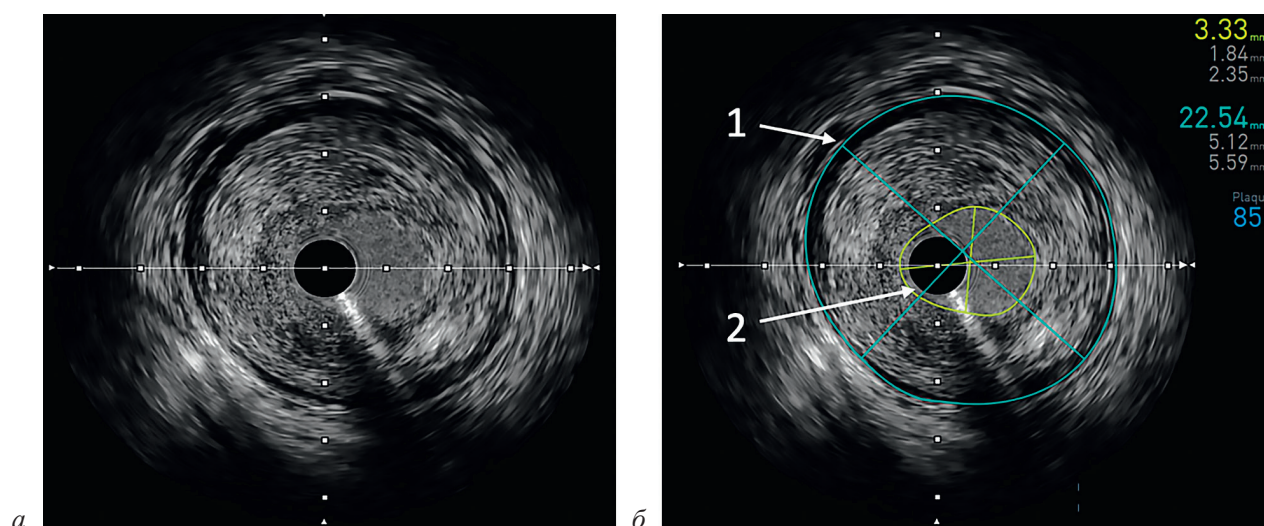


Рис. 1. Расчет показателя площади атеромы в срезе с максимальным plaque burden, ВСУЗИ артерии:

а – до измерения; б – с измерениями границ артерии по наружной эластической мембране (1) и внутреннему просвету (2)

Статистический анализ был проведен с помощью IBM SPSS. При нормальном распределении, определенном с использованием критерия Колмогорова–Смирнова с поправкой Лиллиефорса, количественные данные представлены в виде среднего арифметического со стандартным отклонением ($M \pm SD$). При распределении, отличном от нормального, данные были представлены в виде медианы с интерквартильным размахом (Me [25; 75]). Для анализа переменных были использованы t-критерий Стьюдента и критерий Манна–Уитни в зависимости от распределения. Анализ качественных переменных был проведен с помощью критерия χ^2 Пирсона. Для выявления связи показателя площади атеромы в срезе с максимальным plaque burden с развитием синдрома no-reflow был использован мультивариантный анализ (бинарная логистическая регрессия).

В ходе ROC-анализа была определена площадь под кривой (AUC) модели. Точка отсечения была рассчитана исходя из требования максимальной суммы чувствительности и специфичности модели. Для анализа частоты развития синдрома no-reflow был использован метод Каплана–Майера. За достоверность различий изучаемых параметров принимали уровень значимости $p < 0,05$.

Результаты

Пациенты были сопоставимы по основным клинико-функциональным характеристикам (табл. 1, 2). Однако среди пациентов с синдромом no-reflow были зарегистрированы значимо чаще увеличение уровня липопротеидов высокой плотности (ЛПВП), наличие реанимационных мероприятий, интракоронарное введение аденозинтрифосфата (АТФ) и ингибиторов Pb/

Таблица 1

Клиническая характеристика пациентов

Параметр	Все пациенты (n=161)	Пациенты с наступившим no-reflow (n=12)	Пациенты, у которых не наступил no-reflow (n=149)	P
Возраст, лет	62 [50; 69]	60 [53; 67]	62 [50; 69]	0,7
Мужской пол	116 (72,0)	9 (75,0)	107 (71,8)	0,8
Индекс массы тела, кг/м ²	28,4 [26; 31]	28,6 [26; 32]	28,4 [26; 31]	0,7
Фибрилляция предсердий	12 (7,5)	0	12 (8,1)	0,6
Сахарный диабет 2-го типа	42 (26,1)	3 (25,0)	39 (26,2)	0,6
Хроническая болезнь почек, стадия				
I	6 (3,8)	0	6 (4)	0,4
II	8 (5,0)	1 (8,3)	7 (4,7)	
III	65 (40,6)	2 (16,7)	63 (42,3)	
IV	78 (48,8)	8 (66,7)	70 (47)	
V	3 (1,9)	0	3 (2)	
Анемия				
легкая	9 (5,6)	0	9 (6)	0,8
умеренная	1 (0,6)	0	1 (0,7)	
тяжелая	1 (0,6)	0	1 (0,7)	
Дислипидемия	78 (48,8)	3 (25)	75 (50,3)	0,2
Онкологический анамнез	5 (3,1)	0	5 (3,4)	0,7
Гипертрофическая кардиомиопатия	1 (0,6)	0	1 (0,7)	0,9
Стентирование в анамнезе	23 (14,2)	1 (8,3)	22 (14,8)	–
АКШ в анамнезе	2 (1,2)	0	2 (1,3)	0,9
Тропонин I, нг/мл	1,3 [0,19; 6,2]	0,8 [0,27; 30,3]	1,3 [0,19; 6,2]	0,9
Креатинин, мкмоль/л	108 [96; 117]	99,5 [92; 114]	108 [96; 118]	0,4

Окончание таблицы 1

Параметр	Все пациенты (n=161)	Пациенты с наступившим no-reflow (n=12)	Пациенты, у которых не наступил no-reflow (n=149)	P
Гемоглобин, г/л	140 [130; 151]	146 [136; 159]	140 [129; 150]	0,2
Глюкоза, ммоль/л	7,8 [7; 10]	7,3 [6; 9]	7,9 [7; 11]	0,3
СКФ, мл/мин/1,73 м ²	60,5 [52; 72]	57 [53; 65]	62 [51; 72]	0,6
Общий холестерин, ммоль/л	5,18 [4; 6]	5,27 [5; 7]	5,16 [4; 6]	0,3
ЛПВП, ммоль/л	1,01 [0,8; 1,3]	1,25 [0,96; 1,6]	1 [0,8; 1,2]	0,004*
ЛПНП, ммоль/л	3,65 [2,8; 4,4]	3,7 [2,7; 4,8]	3,6 [2,8; 4,4]	0,9
ЛПОНП, ммоль/л	0,56 [0,39; 0,82]	0,54 [0,44; 0,77]	0,57 [0,38; 0,83]	0,8

Примечание. АКШ – аортокоронарное шунтирование; ЛПВП – липопротеиды высокой плотности; ЛПНП – липопротеиды низкой плотности; ЛПОНП – липопротеиды очень низкой плотности; СКФ – скорость клубочковой фильтрации. Результаты представлены в виде n (%), где n – число больных, а также в виде медианы и интерквартильного диапазона – Ме [25; 75%].

* p<0,05 – различия статистически достоверны.

Таблица 2

Характеристика операций

Параметр	Все пациенты (n=161)	Пациенты с наступившим no-reflow (n=12)	Пациенты, у которых не наступил no-reflow (n=149)	P
Количество пораженных коронарных сосудов	2 [1; 2]	1 [1; 2]	2 [1; 2]	0,2
Диффузное поражение инфаркт-связанной артерии	123 (76,4)	12 (100)	111 (74,5)	0,071
Зона стентирования				
ствол ЛКА-ПМЖА	24 (14,9)	2 (16,7)	22 (14,8)	0,9
ПМЖА	99 (61,5)	8 (66,7)	91 (61,1)	
ОА	7 (4,3)	0	7 (4,7)	
ПКА	31 (19,3)	2 (16,7)	29 (19,5)	
Рестеноз в стенке	13 (8,1)	1 (8,3)	12 (8,1)	0,6
Ротабляция	2 (1,2)	0	2 (1,3)	0,9
Реанимационные мероприятия	4 (2,5)	2 (16,7)	2 (1,3)	0,028*
Интраоперационные осложнения	8 (5,0)	1 (8,3)	7 (4,7)	0,5
Время до восстановления кровотока (симптом-проводник), мин	269 [205; 399]	363 [271; 473]	263 [204; 394]	0,099
Тромболизис, %	54 (33,5)	2 (16,7)	52 (39,9)	0,3
Эффективный тромболизис, %	19 (13,4)	0	19 (12,8)	0,4
Интракоронарное введение АТФ	8 (5,0)	7 (58,3)	1 (0,7)	<0,001*
Интракоронарное введение ингибиторов IIb/IIIa	10 (6,2)	7 (58,3)	3 (2)	<0,001*
превентивно	1 (0,6)	0	1 (0,7)	0,9
после имплантации стента	6 (3,7)	5 (41,7)	1 (0,7)	<0,001*
после постдилатации	6 (3,7)	4 (33,3)	2 (1,3)	<0,001*
Аспирация тромботических масс	17 (10,6)	3 (25,0)	14 (9,4)	0,1
Предилатация	102 (63,4)	5 (41,7)	97 (65,1)	0,1
Давление преддилатации (при наличии), атм.	12 [12; 18]	12 [12; 20]	12 [12; 18]	0,8
Количество постдилатаций	2 [1; 3]	1 [0; 1]	2 [1; 3]	0,003*

Окончание таблицы 2

Параметр	Все пациенты (n=161)	Пациенты с наступившим no-reflow (n=12)	Пациенты, у которых не наступил no-reflow (n=149)	P
Общая длина стентирования	36 [28; 54]	44 [32; 70]	35 [28; 52]	0,062
Размер баллона для предилатации	2,5 [2,5; 3,25]	2,5 [2,5; 3,5]	2,5 [2,5; 3,25]	0,8
Диаметр стента	3,5 [3; 4]	3,5 [3,5; 3,9]	3,5 [3; 4]	0,2
Максимальное приложенное давления на стент, атм.	25 [20; 28]	19 [16; 25]	25 [20; 28]	0,006*
TIMI 0 до ЧКВ	64 (39,8)	9 (75,0)	55 (36,9)	0,013*
TIMI до ЧКВ				
0	64 (39,8)	9 (75,0)	55 (36,9)	0,046*
1	10 (6,2)	1 (8,3)	9 (6)	
2	37 (23,0)	0	37 (24,8)	
3	50 (31,1)	2 (16,7)	48 (32,2)	
MBG				
0	7 (4,3)	2 (16,7)	5 (3,4)	<0,001*
1	11 (6,8)	5 (41,7)	6 (4)	
2	23 (14,3)	2 (16,7)	21 (14,1)	
3	120 (74,5)	3 (25,0)	117 (78,5)	
TTG				
0	59 (36,6)	1 (8,3)	58 (38,9)	0,045*
1	14 (8,7)	0	14 (9,4)	
2	3 (1,9)	1 (8,3)	2 (1,3)	
3	5 (3,1)	0	5 (3,4)	
4	16 (9,9)	1 (8,3)	15 (10,1)	
5	64 (39,8)	9 (75,0)	55 (36,9)	

Примечание. АТФ – аденозинтрифосфат; ЛКА – левая коронарная артерия; ОА – огибающая артерия; ПКА – правая коронарная артерия; ПМЖА – передняя межжелудочковая ветвь; ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство; MBG – myocardial blush grade; TIMI – thrombolysis in myocardial infarction; TTG – TIMI thrombus grade. Результаты представлены в виде n (%), где n – число больных, а также в виде медианы и интерквартильного диапазона – Me [25; 75%].

* p<0,05 – различия статистически достоверны.

IIIa, количество постдилатаций, давление постдилатации/имплантации стента, кровотоки TIMI до и после ЧКВ, показатели MBG (myocardial blush grade) и TTG (TIMI thrombus grade), объем липидного и некротического ядра.

При анализе результатов ВСУЗИ было установлено, что среди пациентов с синдромом no-reflow значимо чаще регистрировались параметры с большими площадями морфологических структур атеросклеротической бляшки: площадь атеромы в срезе с максимальным plaque burden, отношения площадей: липидного ядра к проксимальному диаметру, липидного ядра к дистальному диаметру, липидного ядра к площади бляшки в проксимальной точке, липидного ядра к площади бляшки в дистальной точке, липидного ядра к площади

просвета в проксимальной точке, липидного ядра к площади просвета в дистальной точке, липидного ядра к площади наружной эластической мембраны в проксимальной точке, липидного ядра к площади наружной эластической мембраны в дистальной точке (табл. 3).

Показатели отношения площади липидного ядра к проксимальному и дистальному диаметрам артерии были исключены из анализа в связи с наличием мультиколлинеарности (табл. 4).

Мультивариантный анализ

Показатели, продемонстрировавшие значимую связь с развитием синдрома no-reflow, были проанализированы в ходе многофакторного анализа. Стоит отметить, что из анализа

Таблица 3

Показатели внутрисосудистого ультразвукового исследования

Параметр	Все пациенты (n=161)	Пациенты с наступившим no-reflow (n=12)	Пациенты, у которых не наступил no-reflow (n=149)	P
Проксимальная точка, мм				
минимальный диаметр	4,52 [4; 5]	4,9 [4; 6]	4,5 [4; 5]	0,06
максимальный диаметр	5 [4; 6]	5,4 [5; 6]	4,95 [4; 6]	0,1
средний диаметр	4,8 [4; 5]	5,2 [4; 6]	4,78 [4; 5]	0,94
площадь	11,8 [9; 15]	12,6 [12; 17]	11,5 [9; 15]	0,1
Дистальная точка, мм				
минимальный диаметр	3,5 [3; 4]	3,6 [3; 4]	3,5 [3; 4]	0,8
максимальный диаметр	3,8 [3; 4]	3,8 [3; 4]	3,8 [3; 4]	0,9
средний диаметр	3,6 [3; 4]	3,7 [3; 4]	3,6 [3; 4]	0,9
площадь	7,7 [5; 10]	8,1 [6; 10]	7,6 [5; 10]	0,8
Plaque burden проксимально, мм ²	7 [5; 9]	9,3 [7; 11]	6,8 [5; 9]	0,053
Имплантация проксимального края в plaque burden >50%	7 (4,3)	0	7 (4,8)	0,6
Plaque burden дистально, мм ²	3,7 [2; 6]	3,9 [3; 7]	3,7 [2; 6]	0,4
Имплантация дистального края в plaque burden >50%	7 (4,3)	0	7 (4,7)	0,6
Площадь артерии по наружной эластической мембране, мм ²				
проксимальная	18,2 [14; 23]	19,3 [16; 28]	17,9 [13; 23]	0,1
дистальная	11,1 [8; 15]	10,95 [8; 16]	11,3 [8; 15]	0,8
Выраженность кальциноза (CsScore)	1 [0,5; 2]	1 [1; 2]	1 [1; 2]	0,5
Площадь липидного ядра, мм ²	3,4 [2; 5]	7,6 [6; 10]	3,3 [2; 5]	<0,001*
Площадь бляшки в срезе с максимальным plaque burden, мм ²	11,5 [9; 13]	18,8 [16; 23]	11,2 [9; 13]	<0,001*

Примечание. Результаты представлены в виде n (%), где n – число больных, а также в виде медианы и интерквартильного диапазона – Me [25; 75%].

* p<0,05 – различия статистически достоверны.

Таблица 4

Отношения показателей внутрисосудистого ультразвукового исследования

Параметр	Все пациенты (n=161)	Пациенты с наступившим no-reflow (n=12)	Пациенты, у которых не наступил no-reflow (n=149)	P
Отношение площади липидного ядра к:				
проксимальному диаметру	0,7 [0,47; 1,1]	1,7 [1,08; 2,04]	0,7 [0,47; 1,05]	0,002*
дистальному диаметру	0,96 [0,59; 1,45]	2,05 [1,48; 3,21]	0,89 [0,59; 1,36]	<0,001*
площади бляшки в проксимальной точке	0,51 [0,32; 0,85]	0,96 [0,68; 1,33]	0,49 [0,28; 0,79]	0,016*
площади бляшки в дистальной точке	1,1 [0,54; 1,9]	2,12 [1,46; 3,16]	1 [0,52; 1,65]	0,007*
площади атеромы в срезе с максимальным plaque burden, мм ²	0,32 [0,21; 0,47]	0,45 [0,29; 0,62]	0,31 [0,21; 0,46]	0,2
площади просвета в проксимальной точке	0,3 [0,17; 0,51]	0,6 [0,35; 0,83]	0,29 [0,17; 0,48]	0,008*

Параметр	Все пациенты (n=161)	Пациенты с наступившим no-reflow (n=12)	Пациенты, у которых не наступил no-reflow (n=149)	P
площади просвета в дистальной точке	0,48 [0,27; 0,71]	1,43 [0,87; 1,55]	0,44 [0,27; 0,68]	0,006*
площади наружной эластической мембраны в проксимальной точке	0,18 [0,11; 0,32]	0,41 [0,24; 0,49]	0,18 [0,11; 0,29]	0,016*
площади наружной эластической мембраны в дистальной точке	0,33 [0,18; 0,5]	0,7 [0,46; 1,06]	0,29 [0,17; 0,45]	<0,001*

Примечание. Результаты представлены в виде медианы и интерквартильного диапазона – Ме [25; 75%].

* $p < 0,05$ – различия статистически достоверны.

были исключены показатели, являющиеся следствием развития синдрома no-reflow: реанимационные мероприятия; интракоронарное введение АТФ и ингибиторов гликопротеина Пб/Ша. Количество и давление постдилатации также были исключены из анализа в связи с влиянием синдрома no-reflow на интраоперационную тактику (отказ от выполнения дополнительной постдилатации в случае развития феноменов no-reflow). Послеоперационные показатели, такие как TIMI и MBG также были исключены из мультивариантного анализа.

В ходе мультивариантного анализа было установлено, что только площадь атеромы в срезе с максимальным plaque burden является независимым предиктором развития синдрома no-reflow (отношение шансов (ОШ) 2,3, 95% ДИ 1,5–3,7, $p < 0,001$).

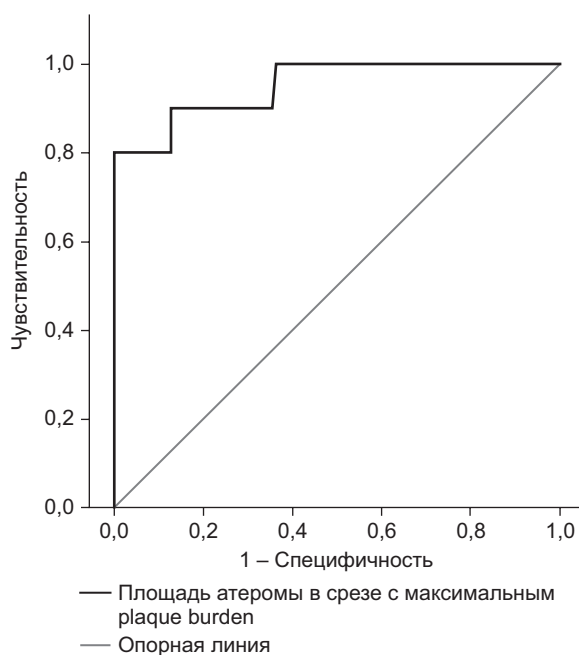


Рис. 2. ROC-кривая для площади атеромы в срезе с максимальным plaque burden

ROC-анализ

При анализе предсказательной способности площади атеромы в срезе с максимальным plaque burden была выявлена высокая площадь под ROC-кривой (AUC 0,95 [0,88; 1], $p < 0,001$) (рис. 2).

Исходя из критерия максимальной суммы чувствительности и специфичности была установлена первая точка отсечения – 16,875. Площадь под ROC-кривой составила 0,9 [0,75–1,0], $p < 0,001$, чувствительность – 80%, специфичность – 100%.

Исходя из критерия минимальной разницы чувствительности и специфичности была установлена вторая точка отсечения – 13,55. Площадь под ROC-кривой составила 0,886 [0,77–1,0], $p < 0,001$, чувствительность – 90%, специфичность – 87,3% (рис. 3).

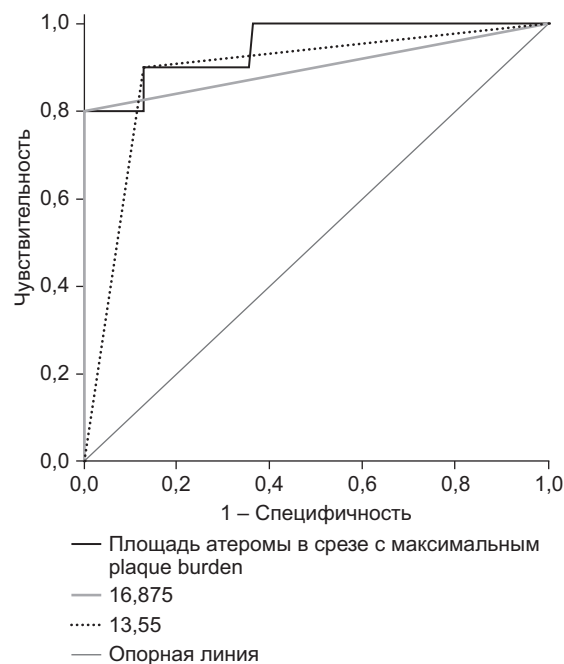


Рис. 3. ROC-кривая для двух точек отсечения (16,875; 13,55)

Обсуждение

В проведенном исследовании пациенты были сопоставимы по основным клинико-функциональным характеристикам. При этом в группе пациентов с синдромом no-reflow статистически чаще наблюдалась большая площадь атеромы в срезе с максимальным plaque burden относительно группы, в которой не было зафиксировано развитие данного синдрома. В свою очередь, это может быть связано с повышенным риском дистальной эмболии воспалительными компонентами смешанной АСБ вследствие механического повреждения покрышки бляшки во время имплантации стента или выполнения постдилатации. Так, половина ($n=6$) случаев развития синдрома no-reflow пришлось на момент имплантации стента, а вторая половина ($n=6$) – на постдилатацию стента. Тезис о том, что большая площадь атеромы в срезе с максимальным plaque burden по данным ВСУЗИ несет больший риск для развития синдрома no-reflow, мы связываем с потенциально большим объемом воспалительных компонентов, содержащихся в АСБ, способных к дистальной эмболии. По литературным данным, было установлено, что объем и состав АСБ влияют на развитие синдрома no-reflow у пациентов с ОКСпСТ. В исследовании A. Eman et al. наличие большого объема некротического ядра, обнаруженного с помощью виртуальной гистологии (VH-IVUS), было идентифицировано как независимый предиктор наступления данного синдрома [15]. Полученные данные свидетельствуют о том, что объем и состав АСБ играют важную роль в предсказании развития синдрома no-reflow. Кроме того, один из крупных метаанализов (Zh. Bu-Chun et al.), включивший 1457 пациентов с ОКСпСТ (в том числе 237 с развитием синдрома no-reflow) из 14 медицинских центров подтвердил, что преимущественно гипоехогенные АСБ с большей площадью являются независимыми предикторами развития синдрома no-reflow [16]. Другие компоненты АСБ не показали существенных различий между двумя группами. Эти результаты подчеркивают важность ВСУЗИ-оценки характеристик АСБ у пациентов с ОКСпСТ для прогнозирования развития синдрома no-reflow. В нашем анализе были получены схожие с литературными данные. Кроме того, была дана количественная

оценка показателя площади атеромы в срезе с максимальным plaque burden. На наш взгляд, учитывая высокую положительную прогностическую ценность показателя площади атеромы в срезе с максимальным plaque burden выше $16,9 \text{ мм}^2$, данный предиктор развития синдрома no-reflow может быть рекомендован к интраоперационной оценке у пациентов с ОКСпСТ и должен учитываться при выборе тактики эндоваскулярного лечения.

Заключение

В исследовании была проанализирована диагностическая ценность ВСУЗИ-предикторов, а также клинико-функциональные характеристики пациентов в предсказании развития синдрома no-reflow у пациентов с ОКСпСТ. Показатель площади атеромы в срезе с максимальным plaque burden выше $16,9 \text{ мм}^2$ показал высокую чувствительность и специфичность при многофакторном анализе. По результатам анализа разработан количественный критерий вероятности наступления синдрома no-reflow по данным ВСУЗИ у пациентов с ОКСпСТ.

Литература/References

- Chettibi M., Benghezal S., Bertal S., Nedjar R., Bouraghda M.A., Bouafia M.T.C. No reflow: what are the predictors? *Ann. Cardiol. Angeiol.* 2015; 64 (6): 472–480. DOI: 10.1016/J.ANCARD.2015.09.059
- Гиларов М.Ю., Иванов И.И., Константинова Е.В., Расчётнова Н.И., Шостак Н.А. Феномен no-reflow и реперфузионное повреждение миокарда: механизмы и методы лечения. *Клиницист.* 2021; 15 (1–4): 10–19. DOI: 10.17650/1818-8338-2021-15-1-4-k645
Gilyarov M., Ivanov I., Konstantinova E.V., Raschetnova N.I., Shostak N.A. No-reflow phenomenon and reperfusion injury. Mechanisms and treatment. *The Clinician.* 2021; 15 (1–4): 10–19 (in Russ.). DOI: 10.17650/1818-8338-2021-15-1-4-k645
- Галагудза М.М., Сонин Д.Л., Почкаева Е.И. Постишемическое невосстановление кровотока: механизмы и терапевтические мишени. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция.* 2018; 17 (1): 5–12. DOI: 10.24884/1682-6655-2018-17-1-5-12
Galagudza M.M., Sonin D.L., Pochkaeva E.I. The no-reflow phenomenon: mechanisms and therapeutic targets. *Regional blood circulation and microcirculation.* 2018; 17 (1): 5–12 (in Russ.). DOI: 10.24884/1682-6655-2018-17-1-5-12
- Trifunovic D., Dudic J., Gavrilovic N., Manfrini O. Management of no-reflow. In: Dorobantu M., Badimon L. (Eds.) *Microcirculation.* Springer, Cham; 2020: 237–251. DOI: 10.1007/978-3-030-28199-1_15
- Megaly M., Pershad A., Glogozza M., Elbadawi A., Omer M., Saad M. et al. Use of intravascular imaging in patients with ST-segment elevation acute myocardial infarction. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2021; 30: 59–64. DOI: 10.1016/j.carrev.2020.09.032

6. Kura H., Saito Y., Soeda T., Nakao K., Ozaki Yu., Kimura K. et al. Frequency and prognostic impact of intravascular imaging-guided urgent percutaneous coronary intervention in patients with acute myocardial infarction: Results from J-MINUET. *Heart Vessel*. 2019; 34: 564–571. DOI: 10.1007/s00380-018-1285-3
7. Ya'Qoub L., Gad M., Saad A.M., Elgendy I.Y., Mahmoud A.N. et al. National trends of utilization and readmission rates with intravascular ultrasound use for ST-elevation myocardial infarction. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2021; 98: 1–9. DOI: 10.1002/ccd.29524
8. Kim Y., Bae S., Johnson T.W., Son N.-H., Sim D.S., Hong Y.J. et al. KAMIR-NIH (Korea Acute Myocardial Infarction Registry-National Institutes of Health) Investigators [Link]. Role of intravascular ultrasound-guided percutaneous coronary intervention in optimizing outcomes in acute myocardial infarction. *J. Am. Heart Assoc.* 2022; 11 (5): e023481. DOI: 10.1161/JAHA.121.023481
9. Choi I.J., Lim S., Choo E.H., Hwang B.-H., Kim Ch.J., Park M.-W. et al. Impact of intravascular ultrasound on long-term clinical outcomes in patients with acute myocardial infarction. *JACC: Cardiovasc. Interv.* 2021; 14 (22). DOI: 10.1016/j.jcin.2021.08.021
10. Shafi I., Patel D.A., Osman H., Patel N., Ramaseshan K., Goel M., Alraies M.C. Outcomes of intravascular ultrasound-guided percutaneous coronary intervention among patients with acute coronary syndrome. *Am. J. Cardiol.* 2023; 204: 115–121. DOI: 10.1016/j.amjcard.2023.07.014
11. Park D.Y., Vemmou E., An S., Nikolakopoulos I., Regan C.J., Cambi B.C. et al. Trends and impact of intravascular ultrasound and optical coherence tomography on percutaneous coronary intervention for myocardial infarction. *Int. J. Cardiol. Heart Vasc.* 2023; 45: 101186. DOI: 10.1016/j.ijcha.2023.101186
12. Алека́н Б.Г., Григорья́н А.М., Стафе́ров А.В., Карапе́тян Н.Г. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации – 2021 год. *Эндоваскулярная хирургия*. 2022; 9 (специальный выпуск): S5–S254. DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9S-S5-S254
Alekyan B.G., Grigor'yan A.M., Staferov A.V., Karapetyan N.G. Endovascular diagnostics and treatment in the Russian Federation (2021). *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2022; 9 (Special Issue): S5–S254 (in Russ). DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9S-S5-S254
13. Fazel R., Yeh R.W., Cohen D.J., Rao S.V., Li S., Song Y., Secemsky E.A. Intravascular imaging during percutaneous coronary intervention: temporal trends and clinical outcomes in the USA. *Eur. Heart J.* 2023; 44 (38): 3845–3855. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad430
14. Elzeneini M., Betageri O., Kamisetty S., Assaf Ya., Elgendy I.Y., Shah Kh.B. Utilization rate and outcomes of intravascular imaging in elderly patients presenting with ST-elevation myocardial infarction. *Soc. Sci. Res. Net.* 2022. DOI: 10.2139/ssrn.4073447
15. Abd E., Hady E., Setiha E., Abdellatif E., Guindy E., Ghoni-my R. et al. Incidence and predictors of no reflow phenomenon in patient undergoing primary percutaneous coronary intervention. *J. Adv. Med. Med. Res.* 2022; 34 (22): 437–449. DOI: 10.9734/jammr/2022/v34i224831
16. Zhang B.-Ch., Wang Ch., Zhou Zh.-W., Ma.Y.-F., Li W.H., Li D. Coronary plaque characteristics affect no-reflow during primary percutaneous coronary intervention: a pooled analysis of 14 observational studies using intravascular ultrasound. *Rev. Cardiovasc. Med.* 2015; 16 (3): 200–213. DOI: 10.3909/RICM0780

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.127-089.819.5

Госпитальные результаты оценки безопасности и эффективности стента Yukon Chrome PC российского производителя в популяции пациентов, нуждающихся в чрескожной реваскуляризации миокарда

А.В. Костин^{1,2✉}, О.В. Касьянова^{1,2}, 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 г. Москвы, Москва, Российская Федерация

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

Касьянова Ольга Владимировна, канд. мед. наук, ассистент кафедры кардиологии, врач-кардиолог; orcid.org/0000-0002-0620-2119

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 исследования – оценить госпитальные и ангиографические результаты использования стента Yukon Chrome PC среди пациентов с различными формами ишемической болезни сердца (ИБС), в том числе с морфологически и анатомически сложными поражениями.

Материал и методы. В проспективное постмаркетинговое одноцентровое обсервационное исследование было включено 120 пациентов с различными формами ИБС, которым были имплантированы стенты Yukon Chrome PC. Мы анализировали ангиографические и госпитальные результаты после выполнения чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ). Помимо этого, после проведения ЧКВ хирург оценивал основные свойства стента по 5-балльной шкале. Обобщающий средний балл сравнивали у пациентов из различных групп со сложным поражением коронарного русла.

Результаты. Среди 120 включенных пациентов преобладали лица мужского пола (60,8%), средний возраст составил 63,7±9,4 года. Острый коронарный синдром (ОКС) был отмечен у 55,8% пациентов. Тип поражения В2/С по классификации ACC/ANA выявлялся в 90,9% случаев. Совокупный средний балл, по мнению оператора, оказался ниже в группах с умеренными и выраженными степенями извитости/кальциноза сосудов по сравнению с группами, у которых этот фактор отсутствовал ($p<0,001$). Схожая ситуация была выявлена при наличии фактора протяженного поражения (>20 мм), где совокупный средний балл оказался ниже в группе с наличием фактора ($p=0,002$). Однако в случае наличия фактора бифуркационного стентирования совокупный средний балл между группами с наличием фактора или без него не различался ($p=0,748$). Успех ЧКВ был достигнут в 100% случаев, госпитальной летальности зафиксировано не было.

Заключение. Стент Yukon Chrome PC является эффективной и безопасной системой для выполнения ЧКВ у пациентов со сложным поражением коронарного русла.

Ключевые слова: стент с лекарственным покрытием, острый инфаркт миокарда, хронический коронарный синдром, сложные коронарные интервенции

Для цитирования: Костин А.В., Касьянова О.В., Скрыпник Д.В. Госпитальные результаты оценки безопасности и эффективности стента Yukon Chrome PC российского производителя в популяции пациентов, нуждающихся в чрескожной реваскуляризации миокарда. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (3): 313–321. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-313-321

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 15.07.2024
Принята к печати 22.08.2024

In-hospital safety and efficacy results of the Yukon Chrome PC stent in a population of patients undergoing percutaneous coronary intervention

A.V. Kostin^{1,2✉}, O.V. Kasyanova^{1,2}, 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 Professor of the Department of Cardiology, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-1330-1756, e-mail: kostilok@yandex.ru

Olga V. Kasyanova, Cand. Med. Sci., Assistant Professor of the Department of Cardiology; Cardiologist;
orcid.org/0000-0002-0620-2119

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

Abstract

Objective. To evaluate in-hospital and angiographic outcomes treated with the Yukon Chrome PC Stent in different types of coronary artery disease (CAD), including morphologically and anatomically complex lesions.

Material and methods. A prospective, single-center, post-market observational study included 120 patients with different types of coronary artery disease who were treated with Yukon Chrome PC stents. Angiographic and in-hospital outcomes were analyzed. Interventionist rated the stent on a 5-point scale after PCI. Cumulative mean score was compared between the different groups of patients with complex coronary lesions.

Results. A total of 120 patients were included, men predominated (60.8%), and mean age was 63.7 ± 9.4 years. Acute coronary syndrome (ACS) was present in 55.8% of the cases. ACC/AHA lesion type B2/C was detected in 90.9% of cases. Cumulative mean score by interventionist was lower in groups with moderate and severe tortuosity/calcification compared to groups without this factor ($p < 0.001$). Similarly, in the presence of diffuse lesions (> 20 mm), the mean score was also lower in the factor present group ($p = 0.002$). However, the mean score did not differ between groups in cases with bifurcation stenting ($p = 0.748$). PCI success was 100% and we did not report any in-hospital mortality.

Conclusion. For patients with complex coronary lesions, Yukon Chrome PC stents are an effective and safe option.

Keywords: drug-eluting stent, acute myocardial infarction, chronic coronary syndrome, complex coronary interventions

For citation: Kostin A.V., Kasyanova O.V., Skrypnik D.V. In-hospital safety and efficacy results of the Yukon Chrome PC stent in a population of patients undergoing percutaneous coronary intervention. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (3): 313–321 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-313-321

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

Received July 15, 2024
Accepted August 22, 2024

Введение

Стент Yukon имеет существенную доказательную базу лечения пациентов с поражением коронарных артерий, что нашло отражение в клинических рекомендациях по реваскуляризации миокарда [1]. Десятилетние наблюдения демонстрируют лучшую клиническую эффективность стентов с лекарственным покрытием Yukon по сравнению с лекарственными стентами первой генерации [2]. За последние годы отмечается рост числа больных со сложными поражениями коронарного русла (хронические окклюзии, бифуркационные поражения, тяжелый кальциноз), что требует исследования различных стентовых систем в этих популяциях [3]. Таким образом, наибольший научный интерес представляет изучение не только прогностических данных, но и госпитальных результатов применения стентов в условиях современной клинической практики, включающей сложные чрескожные коронарные вмешательства (ЧКВ). В настоящем исследовании проведена оценка госпитальных клинических и ангиографических результатов использования стента Yukon Chrome PC среди пациентов с различными формами ишемической болезни сердца (ИБС), в том числе с морфологически и анатомически сложными поражениями.

Материал и методы

В проспективном постмаркетинговом однокентровом несравнительном когортном исследовании, проведенном на базе ГБУЗ ГКБ им. И.В. Давыдовского ДЗМ в период с декабря 2022 г. по ноябрь 2023 г., приняли участие 120 пациентов. Предварительно всеми пациентами были подписаны информированные согласия. Критериями включения являлись:

- возраст от 18 лет;
- наличие хронической и острой форм ИБС, при которых планируется проведение ЧКВ;
- установка только стента(-ов) Yukon Chrome PC во время текущей процедуры ЧКВ в целевую артерию;
- полученное информированное согласие.

Критериями исключения были:

- кардиогенный шок или гипотония на этапе до ЧКВ;
- запланированное хирургическое вмешательство после текущего ЧКВ, которое приведет к прерыванию двойной антитромбоцитарной терапии в течение 12 мес (в случаях острого коронарного синдрома – ОКС) или в течение 6 мес (в случаях хронической ИБС);
- любое, не управляемое с медицинской точки зрения, тяжелое заболевание, определяющее прогноз;

- целевое поражение, расположенное в шунте;
- интраоперационное решение врача об использовании в целевой артерии стента другого производителя.

Yukon Chrome PC относится к третьему поколению стентов с лекарственным покрытием. Основой служит кобальт-хромовый сплав с уникальным микропористым покрытием. Структура стента представляет собой двухконнекторное соединение, что обеспечивает размер открытой ячейки до 18,5 мм. Толщина балок стента представлена в двух вариантах: 68 мкм для диаметров 2,0–2,5 и 79 мкм для диаметров 2,75–4,0. Аблюминальное покрытие выполнено с использованием биodeградируемого полимера PLA (полилактид), а в качестве цитостатического препарата выступает сиролимус. Длина стента доступна в вариациях 8, 12, 16, 18, 21, 28, 32 мм для диаметров 2,0–2,5 мм и 8, 12, 16, 18, 21, 28, 32, 40 мм для диаметров 2,75–4,0 мм.

Все пациенты получали лекарственную терапию в соответствии с клиническими рекомендациями по лечению острой и хронической ишемической болезни сердца Минздрава России и Европейского общества кардиологов [4, 5]. Показания и последующее проведение ЧКВ соответствовали рекомендациям Европейского общества кардиологов по реваскуляризации миокарда [1]. Для определения кальциноза или извитости коронарных артерий применялись ранее описанные классификации, включившие следующую градацию: отсутствие явления, минимальная степень, умеренная степень и выраженная степень [6, 7]. Следует подчеркнуть, что все пациенты с ОКС с подъемом сегмента ST (ОКСпST) имели протокол расширенного исследования, включающего фокусное ультразвуковое (УЗ) исследование сердца и легких, а также проведение УЗ-ассистированного сосудистого доступа.

После выполнения ЧКВ оперирующему врачу было предложено заполнить анкету с выставлением балла от 1 до 5 по следующим параметрам стента: доставляемость, гибкость, проходимость, прилегаемость, визуализация стента, удобство доступа к боковым ветвям (в случае бифуркационного поражения). Совокупный средний балл служил системой сравнения при применении стента в различных клинических ситуациях. В дальнейшем

планировалось наблюдать пациентов в течение 12 мес с целью оценки основных сердечно-сосудистых событий.

Статистическая обработка данных проводилась при помощи компьютерной программы SPPS 27 (IBM, США). Для анализа статистических данных применялась оценка параметров на нормальность распределения с последующим использованием параметрических и непараметрических методов статистики.

Результаты

В исследование было включено 120 пациентов, большую часть (60,8%) составили мужчины, средний возраст среди наблюдаемой группы – $63,7 \pm 9,4$ года. Более 50% исследуемых – это больные с ОКС, среди которых основную часть (35,8%) составили пациенты с ОКСпST. Подробные клинические и анамнестические характеристики представлены в таблице 1.

Преимущественно у пациентов отмечалось сложное поражение коронарного русла. Стенозирование двух и более артерий встречалось у 94 (78,3%) пациентов, причем тип поражения С по классификации ACC/АНА в целевой артерии обнаружен у 83 (69,2%) больных. Примерно у половины пациентов (49,2%) имелись разной степени выраженности признаки тромбоза коронарной артерии, а у около $\frac{1}{3}$ выявлены ангиографические признаки умеренной или тяжелой степени кальцификации и извитости сосуда в области планируемого вмешательства (37,5 и 30,9% соответственно). В то же время наблюдалось существенное количество бифуркационных поражений, которые были зарегистрированы у 31,7% больных. Подробные характеристики поражения перед планируемым ЧКВ представлены в таблице 2.

Всего было имплантировано 179 стентов в рамках первичной госпитализации. В большинстве случаев (60%) пациенту имплантировали 1 стент, а реже всего – 4 стента (1,3%). Технический успех достигнут у всех (100%) включенных пациентов. Кроме того, результат стентирования контролировался при помощи программы Philips StentBoost (100%) и с применением внутрисосудистой визуализации (35,8%). Подробные данные о проведении ЧКВ представлены в таблице 3.

Наиболее частым постимплантационным ангиографическим феноменом, наблюдаемым среди пациентов, была выраженная

Таблица 1

Клинико-anamnestические данные пациентов

Параметр	Значение (n=120)
Возраст, М±SD, лет	63,7±9,4
Мужской пол, абс. (%)	73 (60,8)
Диагноз, абс. (%):	
ХИБС	53 (44,2)
ОИМпST	43 (35,8)
ОИМбпST	11 (9,2)
НС	13 (10,8)
Артериальная гипертензия, абс. (%)	113 (94,2)
Хроническая сердечная недостаточность, абс. (%)	23 (19,2)
ИМ в анамнезе, абс. (%)	41 (34,2)
Сахарный диабет 2-го типа, абс. (%)	37 (30,8)
Дислипидемия, абс. (%)	40 (33,3)
Курение, абс. (%)	64 (53,3)
ЧКВ в анамнезе, абс. (%)	40 (33,3)
АКШ в анамнезе, абс. (%)	6 (5)

Примечание. ХИБС – хроническая ишемическая болезнь сердца; ОИМпST – острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST; ОИМбпST – острый инфаркт миокарда без подъема сегмента ST; НС – нестабильная стенокардия; ИМ – инфаркт миокарда; ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство; АКШ – аортокоронарное шунтирование.

Таблица 2

Характеристика и морфология поражения в области вмешательства

Параметр	Значение (n=120)
Многосудистое поражение, абс. (%)	94 (78,3)
Тип поражения по классификации ACC/АНА, абс. (%):	
А	0 (0)
В1	11 (9,2)
В2	26 (21,7)
С	83 (69,2)
Степень стеноза, Ме [Q1–Q3], %	99 [85–99,5]
Наличие тромбоза, абс. (%)	59 (49,2)
Целевая артерия, абс. (%):	
ствол ЛКА	5 (4,2)
ПМЖА	55 (45,8)
ОА	22 (18,3)
ПКА	38 (31,7)
Длина целевого поражения, Ме [Q1–Q3], мм	24 [15–34]
Диаметр целевой артерии, Ме [Q1–Q3], мм	3,4 [2,9–3,7]
Степень извитости коронарных артерий, абс. (%):	
отсутствует	27 (22,5)
минимальная	56 (46,7)
умеренная	29 (24,2)
выраженная	8 (6,7)

Окончание таблицы 2

Параметр	Значение (n=120)
Степень кальциноза коронарных артерий, абс. (%):	
отсутствует	20 (16,7)
минимальная	55 (45,8)
умеренная	33 (27,5)
выраженная	12 (10)
Устьевое поражение, абс. (%)	3 (2,5)
Диффузное поражение, абс. (%)	80 (66,7)
Хроническая окклюзия коронарной артерии, абс. (%)	4 (3,3)
Бифуркационное поражение, абс. (%)	38 (31,7)
Вмешательство на рестенозе, абс. (%)	9 (7,5)

Примечание. ЛКА – левая коронарная артерия; ПМЖА – передняя межжелудочковая артерия; ОА – огибающая артерия; ПКА – правая коронарная артерия.

Таблица 3

Технические аспекты вмешательства

Параметр	Значение (n=120)
Количество стентов (шт.) на ЧКВ, абс. (%):	
1	72 (60)
2	38 (31,2)
3	9 (7,5)
4	1 (1,3)
Диаметр стентов, Ме [Q1–Q3], мм	3 [2,75–3,5]
Общая длина стента/-ов, Ме [Q1–Q3], мм	28 [19,5–40]
Преддилатация, абс. (%)	72 (60)
Постдилатация, абс. (%)	112 (93,3)
Выполнение тромбоаспирации, абс. (%)	3 (2,5)
Проведенная технология StentBoost для оценки стентированного сегмента, абс. (%)	120 (100)
Техника бифуркационного стентирования, абс. (%):	
Provisional	33 (86,8)
Culotte	1 (2,6)
Mini-crush	4 (10,6)
Внутрисосудистая визуализация, абс. (%)	43 (35,8)
Минимальная площадь стента, M±SD, мм²	9,36±3,23
Использовался удлинитель проводникового катетера, абс. (%)	4 (3,3)
Ротационная атерэктомия, абс. (%)	1 (0,8)
Взят стент иного производителя, абс. (%)	0 (0)
Технический и клинический успех процедуры, абс. (%)	120 (100)

протрузия атеромы/тромба у 12 (10%) пациентов. Невозможность завести стент возникла у 4 (3,3%) пациентов и была преодолена с использованием удлинителя проводникового катетера. Дислокация и перелом стента, как и летальный исход, в нашем исследовании не наблюдались (табл. 4).

Средний балл при оценке свойств стента во время ЧКВ, по результатам анкетирования всех врачей, составил 4,79 (табл. 5). При проведении анализа групп в зависимости от наличия факторов кальциноза и извитости сосудов получены данные, что умеренная или тяжелая извитость и/или кальциноз достоверно уменьша-

Таблица 4

Основные неблагоприятные периоперационные события, связанные со стентом

Параметр	Значение (n=120)
Выраженная протрузия атеромы/тромба (>10 %), абс. (%)	12 (10)
Недораскрытие стента (>30%), абс. (%)	4 (3,3)
Невозможность завести стент, абс. (%)	4 (3,3)
Невозможность доставки баллона/стента через страты в боковую ветвь, абс. (%)	1 (0,8)
Тромбоз стента, абс. (%)	1 (0,8)
Перелом стента, абс. (%)	0 (0)
Дислокация стента, абс. (%)	0 (0)
Потеря крупной боковой ветви (более 2,5 мм), абс. (%)	0 (0)
Рецидив ишемии или инфаркт миокарда 4-го типа, абс. (%)	0 (0)
Летальный исход, абс. (%)	0 (0)

Таблица 5

Оценка свойств стента по проведенному анкетированию врачей после выполненного ЧКВ

Оцениваемый параметр	Средний балл
Доставляемость	4,69
Гибкость	4,66
Проходимость	4,73
Прилегаемость	4,96
Визуализация стента	4,85
Удобство доступа к боковой ветви (в случае бифуркационного поражения)	4,89
Средний балл по совокупности параметров	4,79

Таблица 6

Сравнение среднего балла по совокупности параметров в зависимости от особенностей поражения

Фактор	Средний балл среди параметров				P
	при наличии фактора		при отсутствии фактора		
	Me	[Q1–Q3]	Me	[Q1–Q3]	
Кальциноз 2–3 степени	4,8	[4,5–5]	5	[4,5–5]	<0,001*
Извитость 2–3 степени	4,7	[4,4–5]	5	[4,8–5]	<0,001*
Извитость и кальциноз 2–3 степени	4,6	[4,4–4,9]	5	[4,8–5]	<0,001*
Протяженное поражение (более 20 мм)	4,8	[4,6–5]	5	[4,8–5]	0,002*
Бифуркационное поражение	5	[4,5–5]	5	[4,8–5]	0,748

* Получены статистически значимые различия.

ли средний балл по сравнению с группой, где эти факторы отсутствовали ($p < 0,001$). В то же время вмешательство при таких сложных процедурах, как бифуркационное стентирование, не повлияло на совокупный балл по сравнению с теми вмешательствами, где бифуркационное поражение отсутствовало ($p = 0,748$) (табл. 6).

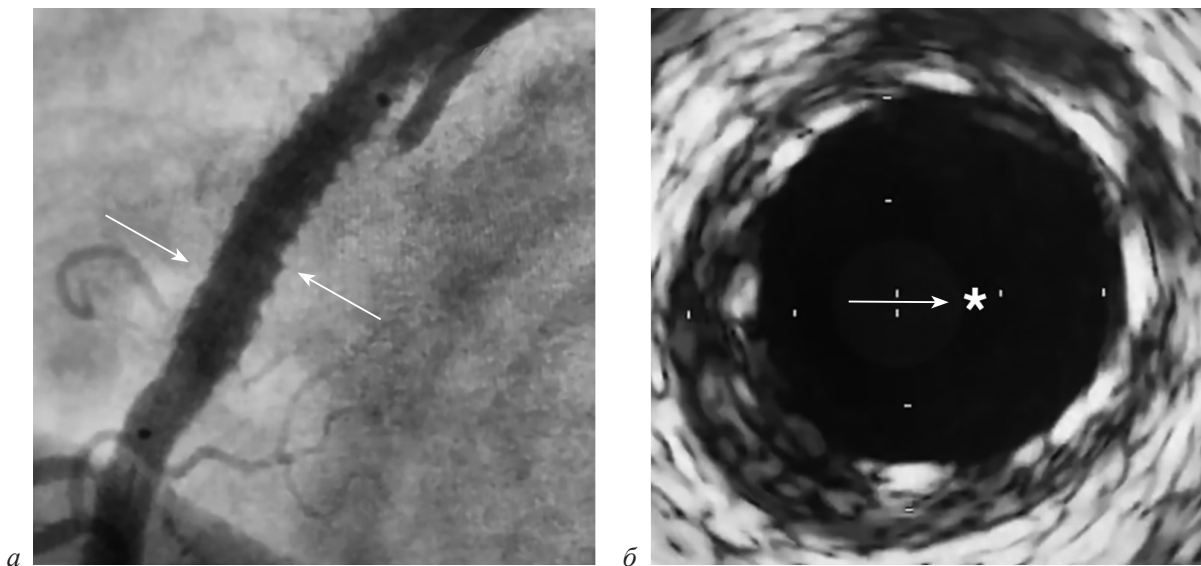
Обсуждение

При анализе полученных данных выявлено, что одной из наиболее частых причин, по которой происходило вмешательство в городском стационаре, являлся ОКС (55,8%), при этом преимущественной группой оказался

ОИМпСТ. Известно, что при вмешательстве у пациентов с ОИМпСТ требуется выполнить меньше технических этапов, так как достаточно минимального количества воздействий на поражение и упрощенных интервенционных методик [8, 9]. В данных условиях наличие качественного инструмента играет важную роль. Стент может быть вторым после проводника устройством, которым будет выполняться кроссинг поражения. Например, предилатация среди всех пациентов составила 60% и реже проводилась как раз среди группы пациентов с ОИМ. Этот показатель нам кажется важным, потому что отражает возможность применения изучаемой системы для прямого стентирования в ситуациях с массивным тромбозом или нестабильной гемодинамикой. Интересной особенностью, наблюдаемой нами, стали инвагинации внутри стента. Они могли быть обусловлены протрузией фрагментов атеромы при ОКС, которые выглядели как локальные дефекты, а могли иметь двусторонний характер и наблюдаться на всем протяжении стентированного сегмента (10% случаев). В действительности же этот феномен не всегда связан с интрузией патологических структур, а может быть элементом нормальной стенки сосуда. Одним из объяснений продольной интрузии может быть двухконнекторное соединение корон стента, которое обеспечивает большую гибкость стента и формирует круп-

ную боковую ячейку [10]. Внутрисосудистая визуализация является полезным элементом для понимания генеза тканевой интрузии ввиду возможных тромботических причин [11]. Мы выполняли внутрисосудистое ультразвуковое исследование у всех пациентов с ангиографической картиной интрузии, однако данных за протрузию через страты стента при внутрисосудистой визуализации получено не было (см. рисунок). Несмотря на исследуемую группу с большим количеством пациентов с ОИМ, тромботическая протрузия в стенке наблюдалась только у 1 больного во время текущей процедуры ЧКВ и, вероятнее всего, была вызвана не особенностями стента, а исходным массивным тромбозом. Таким образом, с учетом наших данных и 10-летних результатов наблюдения пациентов из исследования ISAR-TEST 4, можно предположить, что выявление данного феномена часто обусловлено конструктивными особенностями стента и не влияет на отдаленный риск развития неблагоприятных событий [2].

Кальциноз и извитость коронарных артерий остаются существенной проблемой для проведения коронарных вмешательств ввиду высокого риска ишемических событий и роста числа технических неудач [6, 12]. У каждого третьего пациента из нашего исследования имела умеренная или выраженная степень вышеописанных морфологических особенно-



Интрузии фрагментов стенки сосуда, выявленные после проведенного стентирования среднего сегмента правой коронарной артерии:

а – участки сосудистой стенки, пролабирующие через структуру стента, на контрольной ангиограмме (указаны стрелками);
б – отсутствие каких-либо фрагментов стенки в просвете стента (*) по результатам внутрисосудистого ультразвукового исследования

стей. В свою очередь, именно кальциноз и извитость сосудов представляли наибольшую сложность для заведения стента Yukon Chrome PC, что было в конечном счете отмечено операторами как причина достоверного снижения совокупного среднего балла. Наибольшие трудности возникли при сочетании выраженных степеней кальциноза и извитости, именно при таких поражениях доставляемость стента была наименьшей. Хотя конечный успех был достигнут во всех случаях, тем не менее для выполнения имплантации стента у 4 пациентов потребовалось применение удлинителя проводникового катетера, у 1 пациента была необходимость в ротационной атерэктомии. Схожие результаты оценки были получены у пациентов с протяженным поражением (более 20 мм), где совокупный средний балл оказался ниже.

Бифуркационные поражения традиционно охватывают около 20% проводимых ЧКВ и считаются одними из самых сложных [13]. В представленной нами выборке частота выполнения бифуркационных вмешательств составляла 31,7%, что в 1,5 раза чаще среднего встречаемого количества. При этом провизорное стентирование оставалось самым частым техническим исполнением ЧКВ (86,8%) и соответствовало общемировым данным [14]. Наибольшее предпочтение при стратегии двух стентов отдавалось методике mini-crush, во всех случаях стентирование завершено без технических проблем. Нами отмечены хороший доступ к боковой ветви и отсутствие явных технических сложностей при имплантации двух стентов, особенно при выполнении этапов вмешательства по методике mini-crush. При анализе выявлено отсутствие статистической разницы совокупного среднего балла, по мнению оператора, среди бифуркационных и небифуркационных процедур.

Полученные результаты использования стента Yukon Chrome PC возможно объяснить следующим образом. В нашей выборке наиболее часто бифуркационные поражения были расположены в проксимальных сегментах и тем самым в меньшей степени влияли на такие показатели, как доставляемость, гибкость, проходимость. В свою очередь, комфорт работы для оператора скорее определялся техническими характеристиками стента (толщина страт, размер боковой ячейки), а они соответствовали современным требо-

ваниям и другим часто применяемым аналогам [15]. Для таких факторов, как кальциноз, извитость, диффузное поражение, помимо профиля стента, существенное значение имеют свойства системы доставки. По нашему мнению, текущее доставляющее устройство может несколько уступать в проходимости доставляющим устройствам других популярных производителей, что может в некоторых случаях обусловить технические сложности при прохождении поражения и, как следствие, снижение оценки оператором.

Исследование, проведенное нами, носило проспективный и наблюдательный характер. Не было проведено прямого сравнения со стентами других производителей, что, безусловно, может быть важно для определения наилучших систем для тех или иных ситуаций. В то же время была собрана достаточно гетерогенная группа сложных больных, что в совокупности позволило оценить реальную клиническую практику и, вероятно, эти данные не могут быть использованы для всех типов сложных коронарных интервенций по отдельности. В большинстве случаев операторами применялись проводниковые катетеры с хорошей пассивной поддержкой (ХВ или AL), что может существенно отличаться от оценки, если вмешательства выполняются только с катетерами типа JR или JL.

Заключение

Данные нашего исследования доказывают, что стент с лекарственным покрытием третьего поколения Yukon Chrome PC может быть эффективно использован для лечения пациентов со сложным поражением коронарного русла. Однако умеренная или выраженная степень кальциноза и извитости сосудов может усложнять проведение ЧКВ, в первую очередь, из-за не самой современной системы доставки. Изменение доставляющего устройства для стента Yukon Chrome PC, вероятнее всего, упростит проведение сложных коронарных интервенций и повысит степень их безопасности.

Литература/References

1. Neumann F.-J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A.P., Bendetto P. et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur. Heart J.* 2019; 40: 87–165. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy394
2. Kufner S., Ernst M., Cassese S., Joner M., Mayer K., Collieran R. et al. 10-Year outcomes from a randomized

- trial of polymer-free versus durable polymer drug-eluting coronary stents. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2020; 76 (2): 146–58. DOI: 10.1016/j.jacc.2020.05.026
3. Ifthikhar S.F., Bishop M.A., Hu P. Complex coronary artery lesions. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024.
 4. Byrne R.A., Rossello X., Coughlan J.J., Barbato E., Berry C., Chieffo A. et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. *Eur. Heart J.* 2023; 44 (38): 3720–3826. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad191
 5. Knuuti J., Wijns W., Saraste A., Capodanno D., Barbato E., Funck-Brentano C. et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *Eur. Heart J.* 2020; 41 (3): 407–447. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz425
 6. Konigstein M., Ben-Yehuda O., Redfors B., Mintz G.S., Madhavan M.V., Golomb M. et al. Impact of coronary artery tortuosity on outcomes following stenting: a pooled analysis from 6 trials. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2021; 14 (9): 1009–1018. DOI: 10.1016/j.jcin.2020.12.027
 7. Madhavan M.V., Tarigopula M., Mintz G.S., Macehara A., Stone G.W., Générent P. et al. Coronary artery calcification: pathogenesis and prognostic implications. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2014; 63 (17): 1703–1714. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.01.017
 8. Thiele H., Akin I., Sandri M., Feurhau G., de Waha S., Meyer-Saraei R. et al. PCI Strategies in patients with acute myocardial infarction and cardiogenic shock. *N. Engl. J. Med.* 2017; 377 (25): 2419–2432. DOI: 10.1056/NEJMoA1710261
 9. Choi K.H., Song Y.B., Jeong J.-O., Park T.K., Lee J.M., Choi K.H. et al. Treatment strategy for STEMI with bifurcation culprit lesion undergoing primary PCI: the COBIS II Registry. *Rev. Esp. Cardiol. (Engl. Ed.)*. 2018; 71: 811–819. DOI: 10.1016/j.rec.2018.01.002
 10. Ormiston J.A., Webber B., Webster M.W.I. Stent longitudinal integrity. *JACC: Cardiovasc. Interv.* 2011; 4: 1310–1317. DOI: 10.1016/j.jcin.2011.11.002
 11. Abdel-Hadi H., Shah A.H., Džavík V. Role of optical coherence tomography in the assessment of stent deformation. *Can. J. Cardiol.* 2016; 32: 396.e1–396.e2. DOI: 10.1016/j.cjca.2015.06.030
 12. Hennessey B., Pareek N., Macaya F., Yeoh J., Shlofmitz E., Gonzalo N. et al. Contemporary percutaneous management of coronary calcification: current status and future directions. *Open Heart.* 2023; 10: e002182. DOI: 10.1136/openhrt-2022-002182
 13. Collins N., Seidelin P.H., Daly P., Ivanov J., Barolet A., Mackie K. et al. Long-term outcomes after percutaneous coronary intervention of bifurcation narrowings. *Am. J. Cardiol.* 2008; 102: 404–410. DOI: 10.1016/j.amjcard.2008.03.075
 14. Murasato Y., Yamaji K., Kohsaka S., Wada H., Ishii H., Kinoshita Y. et al. Percutaneous coronary intervention in side branch coronary arteries: Insights from the Japanese nationwide registry. *Int. Heart Vasc.* 2021; 36: 100856. DOI: 10.1016/j.ijcha.2021.100856
 15. Parker W., Iqbal J. Comparison of contemporary drug-eluting coronary stents – is any stent better than the others? *Heart Int.* 2020; 14 (1): 34–42. DOI: 10.17925/HI.2020.14.1.34

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.12-073.756.8-089.819.5

Анализ результатов оптической когерентной томографии для оценки эффективности и резорбции имплантируемых биорезорбируемых стентирующих каркасов в отдаленном периоде

М.В. Малеванный[✉], А.В. Хрипун, Д.С. Строков, Е.В. Тадиева

Региональный сосудистый центр ГБУ РО «Ростовская областная клиническая больница», Ростов-на-Дону, Российская Федерация

[✉]Малеванный Михаил Владимирович, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения № 2; orcid.org/0000-0002-0737-7455, e-mail: doctorm.m@yandex.ru

Хрипун Алексей Валерьевич, канд. мед. наук, заместитель главного врача, директор РСЦ; orcid.org/0000-0001-6765-2837

Строков Дмитрий Сергеевич, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-0448-9486

Тадиева Елена Валерьевна, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-3591-174X

Резюме

Цель исследования – оценка эффективности и безопасности имплантации биорезорбируемых стентирующих каркасов (БСК) у пациентов, которым выполнено чрескожное коронарное вмешательство, на основе анализа результатов оптической когерентной томографии (ОКТ) в течение длительного периода наблюдения.

Материал и методы. Изучены данные ОКТ, полученные у 30 пациентов не менее чем через 10 лет после вмешательства с имплантацией БСК при ишемической болезни сердца (медианное время – 120 мес, диапазон 116–124 мес). В качестве оценки эффективности БСК использовались стандартные критерии, основанные на анализе ОКТ. Зона интереса определена как сегмент имплантированного каркаса, а также соседние проксимальный и дистальный референсные участки коронарной артерии.

Результаты. В отдаленные сроки наблюдения структура сосудистой стенки в области имплантированных БСК представляет собой сочетание атеросклеротической бляшки, частично резорбированного каркаса и неоинтимы. При визуализации с помощью ОКТ эта структура выглядит как единый слой с высокой интенсивностью сигнала. У 42,3% пациентов обнаружены структуры, напоминающие остатки каркаса, но меньшего размера, с дезинтегрированной структурой и отсутствием типичной формы и четких контуров. В 15,4% случаев было отмечено выраженное положительное ремоделирование коронарной артерии в зоне имплантации БСК.

Заключение. Согласно результатам ОКТ в отдаленные сроки после имплантации БСК, использование БСК эффективно и безопасно, процесс резорбции каркасов и заживление сосудистой стенки проходят благоприятно, с сохранением проходимости боковых ветвей, увеличением просвета в сегменте имплантации каркаса и созданием потенциального защитного слоя.

Ключевые слова: чрескожное коронарное вмешательство, биорезорбируемые стентирующие каркасы, оптическая когерентная томография

Для цитирования: Малеванный М.В., Хрипун А.В., Строков Д.С., Тадиева Е.В. Анализ результатов оптической когерентной томографии для оценки эффективности и резорбции имплантируемых биорезорбируемых стентирующих каркасов в отдаленном периоде. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (3): 322–330. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-322-330

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 09.08.2024
Принята к печати 05.09.2024

Analysis of the results of optical coherence tomography to assess the effectiveness and resorption of implantable bioresorbable stenting frames in the long-term

M.V. Malevannyi[✉], A.V. Khripun, D.S. Stokov, E.V. Tadiyeva

Regional Vascular Center, Rostov Regional Clinical Hospital, Rostov-on-Don, Russian Federation

[✉]Mikhail V. Malevannyi, Cand. Med. Sci., Head of Department of X-ray Surgical Diagnostic and Treatment Methods No. 2; orcid.org/0000-0002-0737-7455, e-mail: doctorm.m@yandex.ru

Aleksey V. Khripun, Cand. Med. Sci., Deputy Chief Physician, Director of Regional Vascular Center;
orcid.org/0000-0001-6765-2837

Dmitriy S. Stokov, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-0448-9486

Elena V. Tadieva, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-3591-174X

Abstract

Objective. To evaluate the effectiveness and safety of implantation of bioresorbable stenting scaffolds (BSC) in patients who underwent percutaneous coronary intervention based on the analysis of the results of optical coherence tomography (OCT) during a long follow-up period.

Material and methods. OCT data obtained in 30 patients at least 10 years after the intervention with the implantation of bioresorbable stenting scaffolds in coronary heart disease (median time – 120 months, range 116–124 months) were studied. Standard criteria based on the OCT analysis were used as an assessment of the effectiveness of the BSC. The area of interest is defined as a segment of the implanted skeleton, as well as adjacent proximal and distal reference sections of the coronary artery.

Results. In the long-term observation period, the structure of the vascular wall in the area of implanted bioresorbable stenting scaffolds is a combination of atherosclerotic plaque, partially resorbed scaffold and neointima. When visualized using OCT, this structure looks like a single layer with a high signal intensity. In 42.3% of patients, structures resembling the remains of a skeleton were found, but with smaller dimensions, a disintegrated structure and the absence of a typical shape and clear contours. In 15.4% of cases, pronounced positive remodeling of the coronary artery was noted in the implantation area of bioresorbable stenting scaffolds.

Conclusion. A study of OCT results in the long-term after implantation of bioresorbable stenting frames showed that the use of bioresorbable stenting frames is effective and safe, the process of resorption of the frames and healing of the vascular wall are favorable, while maintaining the patency of the lateral branches, increasing the lumen in the segment of implantation of the frame and creating a potential protective layer.

Keywords: percutaneous coronary intervention, bioresorbable stenting scaffolds, optical coherence tomography

For citation: Malevanny M.V., Khripun A.V., Stokov D.S., Tadieva E.V. Analysis of the results of optical coherence tomography to assess the effectiveness and resorption of implantable bioresorbable stenting frames in the long-term. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (3): 322–330 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-322-330

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

Received August 9, 2024
Accepted September 5, 2024

Введение

На сегодняшний день лечение ишемической болезни сердца (ИБС) осуществляется с помощью чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) с имплантацией металлического стента с лекарственным покрытием в пораженную артерию [1]. Однако использование металлического стента сопряжено с определенными недостатками. Процесс стентирования приводит к ограничению физиологической реакции артерии, затрудняет кровоток по боковым ветвям, снижает возможность артерии расширяться и выполнять свою емкостную функцию. Кроме того, имплантация стента ограничивает применение неинвазивных методов визуализации сердца, а также последующей хирургической реваскуляризации [2]. Все это относится к любым формам ишемической болезни сердца. Для преодоления недостатков металлических стентов была разработана технология биорезорбируемых стентирующих каркасов (БСК) [2].

Оптическая когерентная томография (ОКТ) представляет собой метод визуализации вну-

трисосудистого пространства, основанный на измерении времени задержки отраженного от исследуемой ткани светового луча. Благодаря высокому разрешению, ОКТ позволяет детально исследовать структуру артериальной стенки и различные элементы в просвете сосуда. ОКТ является ценным инструментом для изучения сосудистого ответа на имплантацию БСК и процесс резорбции таких стентов [3–6].

Целью настоящего исследования был анализ отдаленных результатов применения ОКТ у пациентов с ИБС для оценки безопасности и эффективности использования БСК.

Материал и методы

В 2013 г. на базе Областного сосудистого центра РОКБ (Ростов-на-Дону) был начат проспективный одноцентровый регистр, в котором изучалось использование биорезорбируемых стентирующих каркасов при лечении ИБС. Решение об имплантации таких каркасов принималось во время интервенционного вмешательства. В случае положительного решения пациента вносили в регистр.

Всем пациентам, включенным в регистр, были имплантированы биорезорбируемые стентующие каркасы модели Absorb от Abbott Vascular с лекарственным покрытием эверолимус. При проведении коронарной ангиопластики решение о тромбодилатации, пред- и постдилатации, интракоронарной визуализации, а также выбор артериального доступа, количество имплантированных каркасов и необходимость дополнительной имплантации стентов определялись непосредственно во время вмешательства хирургом.

К декабрю 2017 г. в регистре насчитывалось 439 пациентов с ИБС, которым были имплантированы биорезорбируемые стентующие каркасы. Данные о клинических результатах имплантации стентующих каркасов у пациентов с ИБС были опубликованы ранее [7]. В текущем анализе участвовали 23 пациента, которым выполнялась ОКТ через 10 лет после имплантации БСК (медианное время – 120 мес, диапазон 116–124 мес).

В результате проведенных вмешательств в 30 артерий было имплантировано 32 каркаса. Характеристика процедуры коронарной ангиопластики представлена в таблице 1.

Во всех случаях ОКТ выполнялась планомерно с использованием системы Plumien (LightLab Imaging / St. Jude Medical) и катетеров Dragonfly Optis (St. Jude Medical) для внутрисосудистой визуализации. Полученные данные оценивались с использованием критериев, применяемых в исследованиях, посвященных анализу БСК при помощи ОКТ. Зона интереса включала сегмент, где находится БСК, с проксимальными и дистальными референсными участками коронарной артерии.

Все пациенты подписали информированное согласие на участие в данном исследовании. В работе были использованы стандартные методы описательной статистики, статистическая обработка проведена с использованием программного пакета SPSS (версия 26.0).

Результаты

После имплантации биосовместимых каркасов были выявлены отличия в результатах по сравнению с использованием металлических стентов. В начальный период после имплантации, благодаря отсутствию резорбции структур, было возможно оценить параметры новообразованного слоя интимы, однако спустя 10 лет эти структуры ясно не наблюдались, что свидетельствует о достоверном удовлетворительном результате после использования БСК, а участки сосудистой стенки, где они ранее находились, имели оптические свойства, сходные с фиброзным слоем. Другими словами, структура сосудистой стенки в зоне, где были имплантированы биосовместимые каркасы, представляла собой комбинацию атеросклеротической бляшки, резорбированного каркаса и новообразованного слоя интимы, который при обследовании методом оптической когерентной томографии выглядел как единый слой с высокой интенсивностью сигнала (рис. 1).

Следовательно, разделить зоны, где находились БСК и неоинтимы, а также отличить их от элементов атеросклеротической бляшки зачастую оказывалось невозможно. По этой причине спустя 10 лет после имплантации невозможно было оценить площадь каркаса и параметры неоинтимы. Вместо этого прово-

Таблица 1

Характеристика процедуры коронарной ангиопластики

Показатель	Значение
Вмешательство при ОКС с подъемом сегмента ST, n (%)	12 (40,0)
Вмешательство при ОКС без подъема сегмента ST, n (%)	18 (60,0)
Тромбодилатация, n (%)	4 (13,3)
Преддилатация, n (%)	30 (100)
Постдилатация, n (%)	30 (100)
ВСУЗИ, n (%)	4 (13,3)
Многососудистое стентирование, n (%)	4 (13,3)
Последовательная/смежная имплантация БСК, n (%)	2 (6,7)
Длина имплантированных БСК, М±SD, мм	23,1±4,1
Диаметр имплантированных БСК, М±SD, мм	2,8±0,24

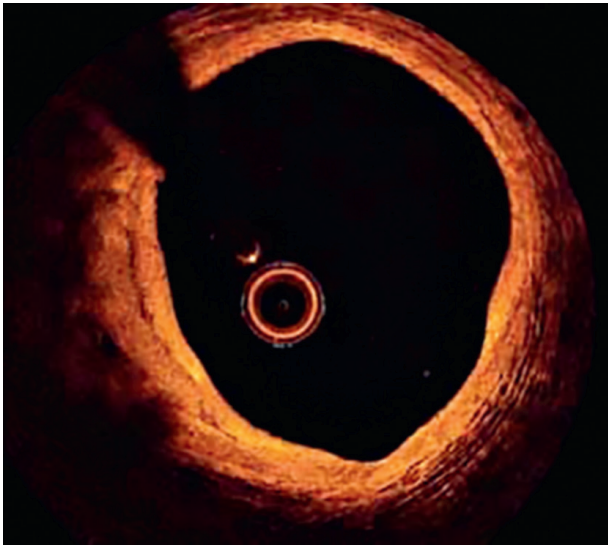


Рис. 1. Оптическая когерентная томография правой коронарной артерии (ПКА) спустя 108 мес после имплантации биорезорбируемого каркаса.

Структура сосудистой стенки представлена слоем с высокой интенсивностью сигнала в результате интеграции элементов атеросклеротической бляшки, резорбированного каркаса и неоинтимы

дился анализ толщины слоя с высокой интенсивностью сигнала.

В таблице 2 представлены результаты ОКТ биорезорбируемых стентирующих каркасов, имплантированных при ИБС, в отдаленные сроки наблюдения.

У 36,7% пациентов были обнаружены структуры, похожие на страты каркаса. Эти страты были выявлены с помощью визуализации и характеризовались меньшими размерами, разрушенной структурой, необычной формой и нечеткими контурами (рис. 2).

В отличие от предыдущих и среднесрочных периодов, в отдаленном периоде после имплантации БСК внутренний просвет сегмента имплантации каркаса коронарной артерии имел ровный контур (рис. 3).

Все боковые ветви в зоне, где был имплантирован БСК, оставались проходимыми, с кровотоком TIMI 3. Несмотря на то что страты не полностью прилегали к сосудистой стенке и имелось их нависание в местах отхождения боковых ветвей после имплантации, ни в од-

Результаты ОКТ биорезорбируемых стентирующих каркасов, имплантированных при ИБС, в отдаленные сроки наблюдения

Показатель	Значение
Минимальная площадь просвета, М±SD, мм ²	4,23±1,34
Средняя площадь просвета, М±SD, мм ²	6,68±1,47
Коэффициент эксцентricности просвета, М±SD	0,13±0,04
Дефекты наполнения в просвете стентированного сегмента, %	0
Минимальная площадь кровотока, М±SD, мм ²	4,23±1,34
Средняя площадь кровотока, М±SD, мм ²	6,68±1,47
Протяженность стентированного сегмента, М±SD, мм	24,5±6,1
Средняя площадь просвета проксимального референсного сегмента, М±SD, мм ²	7,94±2,82
Средняя площадь просвета дистального референсного сегмента, М±SD, мм ²	6,48±2,14
Пациенты, у которых визуализируются страты каркаса, n (%)	11/30 (36,7)
Каркасы, в которых визуализируются страты, n (%)	11/32 (34,4)
Количество визуализируемых страт в каркасе, медиана [диапазон]	16 [7–23]
Пациенты, у которых выявлены непокрытые страты каркаса, %	0
Каркасы, в которых выявлены непокрытые страты, %	0
Количество непокрытых страт	0
Пациенты, у которых выявлены страты с мальпозицией, %	0
Каркасы, в которых выявлены страты с мальпозицией, %	0
Количество страт с мальпозицией	0
Минимальная толщина слоя с высокой интенсивностью сигнала, М±SD, мм	0,176±0,028
Средняя толщина слоя с высокой интенсивностью сигнала, М±SD, мм	0,362±0,119
Показатель неоинтимального заживления, ед	0

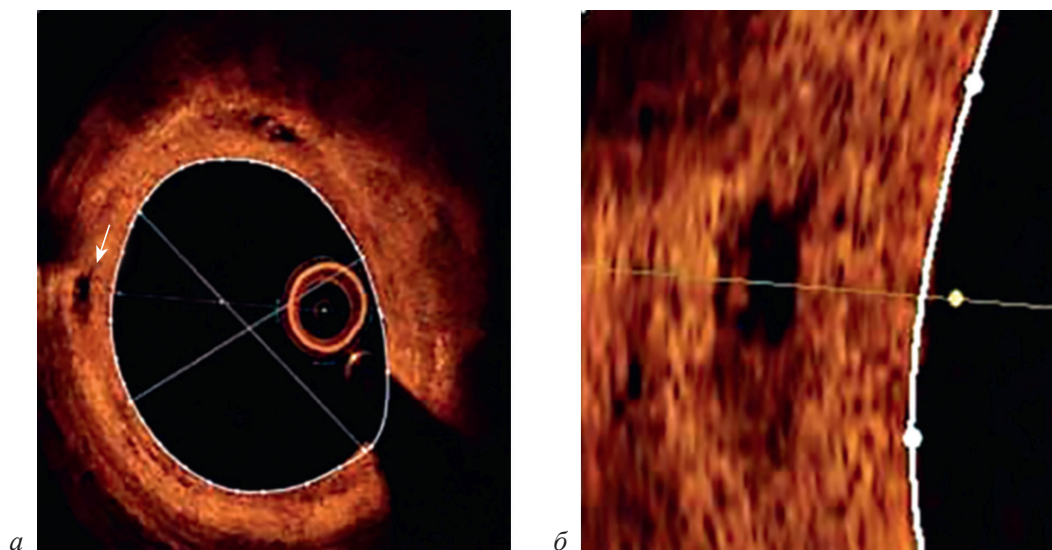


Рис. 2. Оптическая когерентная томография КА спустя 120 мес после имплантации биорезорбируемого каркаса:

а – в стенке артерии визуализируются структуры, напоминающие страты резорбированного каркаса (стрелка); *б* – увеличенное изображение страты

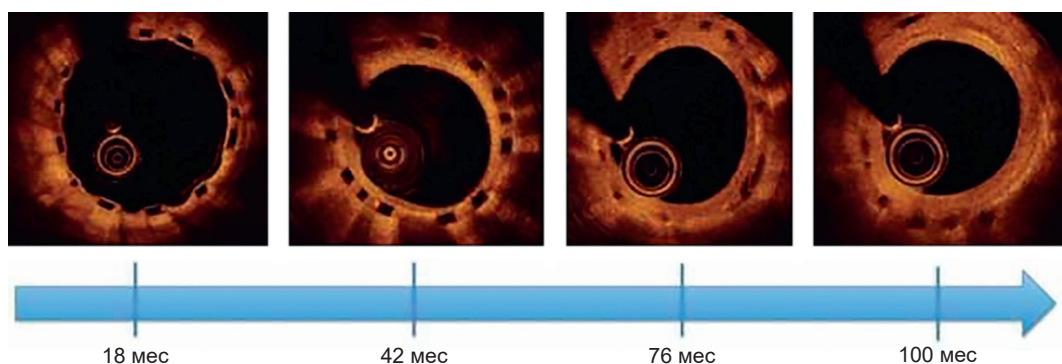


Рис. 3. Оптическая когерентная томография коронарных артерий в разные сроки после имплантации биорезорбируемого каркаса

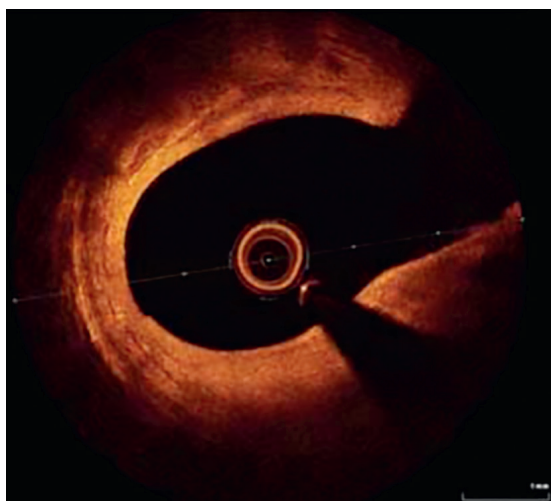


Рис. 4. Оптическая когерентная томография передней межжелудочковой ветви (ПМЖВ) спустя 120 мес после имплантации биорезорбируемого каркаса.

Визуализируется проходимая боковая ветвь, отходящая от сегмента имплантации каркаса коронарной артерии

ном случае не было выявлено наличия оставшихся страт или мостиков из неоинтимы над устьем боковой ветви (рис. 4).

У 4 (13,3%) пациентов было обнаружено выраженное положительное ремоделирование коронарной артерии в области имплантации БСК, что проявлялось увеличением средней площади просвета сегмента имплантации каркаса по сравнению с площадью просвета дистального референсного сегмента (рис. 5).

Обсуждение

Несмотря на то что стали появляться публикации об использовании БСК при ИБС, количество работ, в которых рассматриваются отдаленные (более 2 лет) результаты наблюдения с использованием методов внутрисосудистой визуализации, ограничено [8]. Проведенное нами исследование позволяет

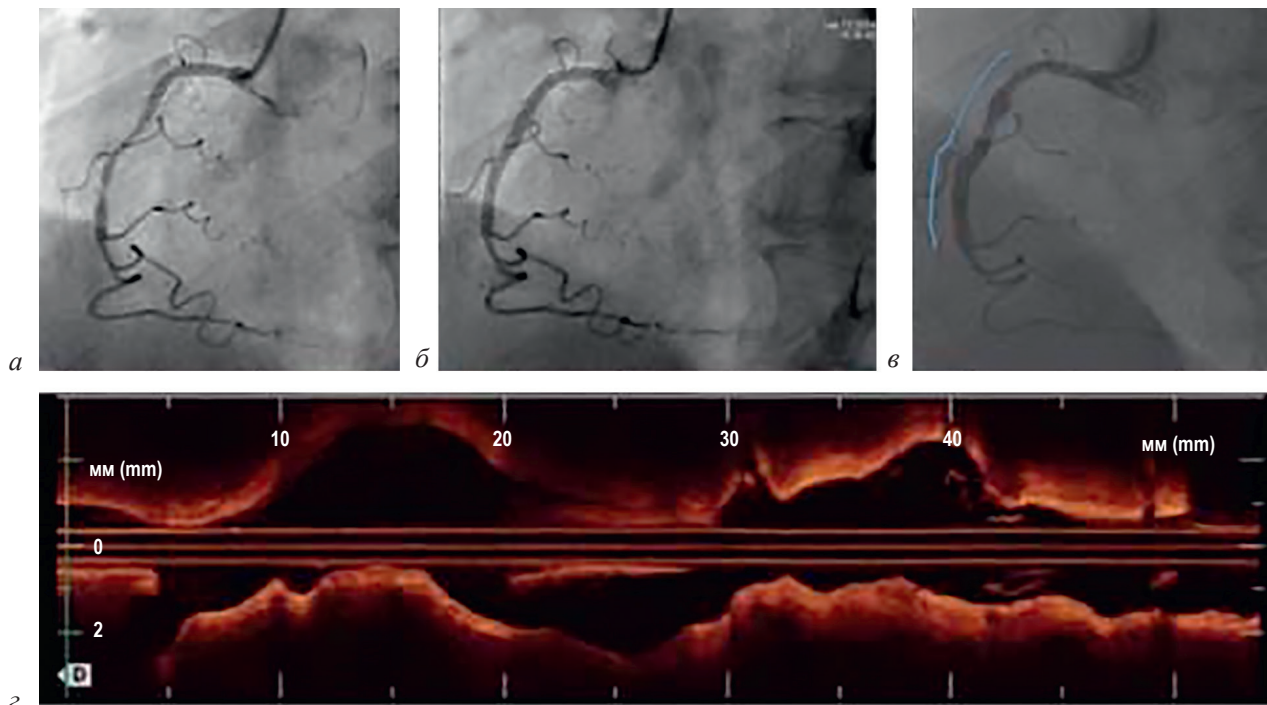


Рис. 5. Пациент Л., 46 лет, острый инфаркт миокарда без подъема сегмента ST:

a – критический стеноз ПКЛ; *б* – непосредственный результат после имплантации двух биорезорбируемых стентирующих каркасов absorb размером 3,0×18 мм; *в* – ангиография ПКЛ спустя 106 мес после имплантации БСК (сегмент имплантации каркаса обозначен синей линией); *г* – ОКТ целевого сегмента ПКЛ спустя 106 мес после имплантации каркасов

проанализировать состояние сосудистой стенки и просвета артерии после имплантации БСК для оценки их безопасности и эффективности. Также нами проведен анализ сосудистой реакции на имплантацию каркаса и степень его резорбции спустя 10 лет после вмешательства при помощи методов внутрисосудистой визуализации с высоким разрешением, таких как оптическая когерентная томография, и это одна из крупнейших работ по данной теме.

В нашем исследовании срок наблюдения был не менее 10 лет, учитывая ожидание полной резорбции исследуемой модели БСК за указанный период [9, 10]. Практически у всех пациентов была зафиксирована полная резорбция каркасов (рис. 6).

В 36,7% случаев при использовании оптической когерентной томографии были обнаружены структуры, по своей локализации и взаимному расположению напоминающие страты каркаса. В отличие от страт каркаса, указанные структуры характеризовались меньшими размерами, дезинтегрированной структурой, отсутствием типичной формы и четких контуров (см. рис. 2, 3). Наличие этих структур сложно интерпретировать однозначно, поскольку это может быть как следствием естественной полной резорбции каркаса, так

и проявлением неполной завершенности данного процесса.

В доступных публикациях, посвященных анализу заживления артериальной стенки после имплантации БСК при ИБС, активно применялся показатель неоинтимального заживления, который позволяет количественно оценить сосудистую реакцию на имплантацию каркаса [10–12]. В нашем исследовании данный показатель был равен нулю у всех пациентов, что указывает на благоприятное влияние БСК на процесс неоинтимального заживления в отдаленные сроки наблюдения и соответствует имеющейся информации в литературе [8, 9, 12].

В изучаемой группе пациентов отмечено увеличение средней площади просвета сегмента имплантации каркаса по сравнению с площадью просвета дистального референсного сегмента коронарной артерии, что является результатом положительного ремоделирования, резорбции каркаса и уменьшения объема атеросклеротической бляшки. Эти процессы наблюдались не только в экспериментах на животных, но и в клинических исследованиях [13, 14]. Более того, у 4 (13,3%) пациентов увеличение средней площади просвета сегмента имплантации каркаса

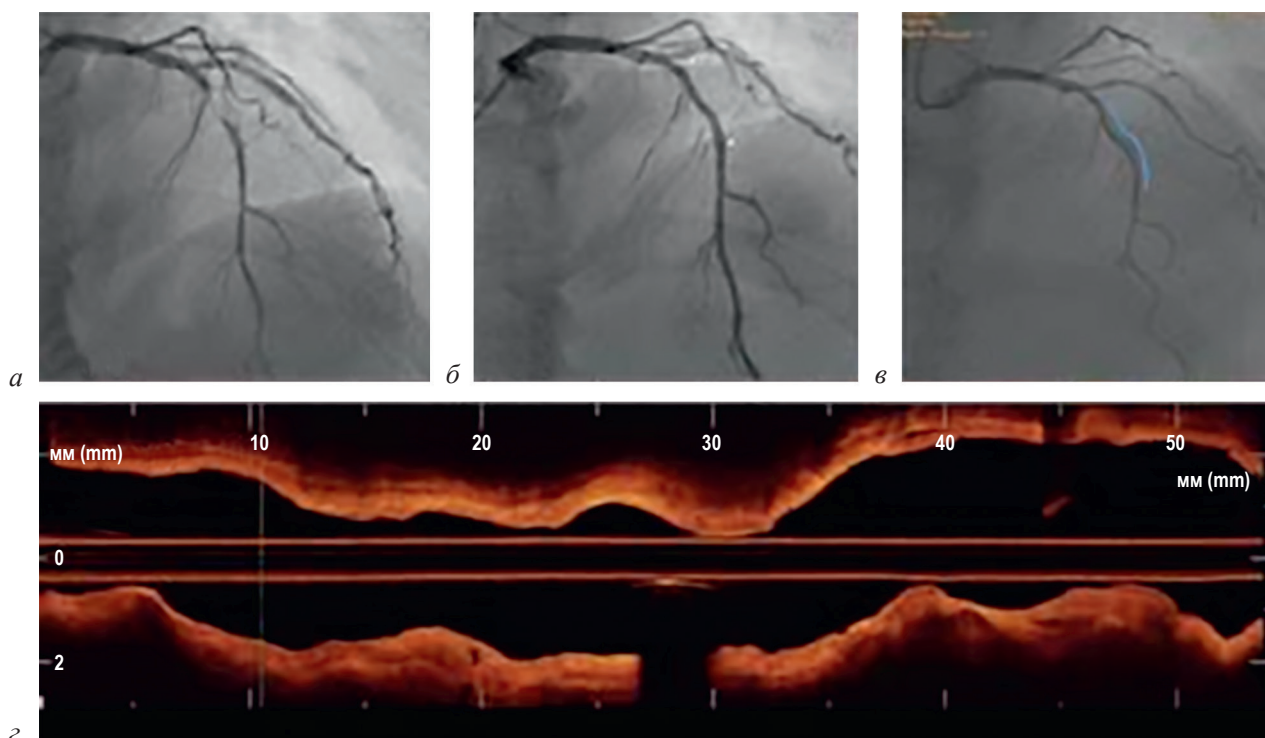


Рис. 6. Пациент А., 51 год, острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST:

а – критический стеноз ЛМЖВ; б – непосредственный результат после имплантации БСК absorb размером $3,0 \times 8$ мм; в – ангиография ЛМЖВ спустя 120 мес после имплантации биорезорбируемого каркаса (сегмент имплантации каркаса обозначен синей линией); г – оптическая когерентная томография целевого сегмента ЛМЖВ спустя 108 мес после имплантации каркаса

са имело выраженный характер. По результатам ОКТ мы получили меньшие значения морфометрических характеристик сосудистого просвета, прежде всего площади просвета, по сравнению с другими подобными исследованиями [14]. Помимо разных сроков наблюдения данное обстоятельство можно объяснить недоступностью для использования в момент проведения ЧКВ у изучаемой когорты БСК Absorb (Abbott Vascular) диаметром 3,5 мм и, как следствие, отбором пациентов с меньшим диаметром коронарных артерий.

В качестве потенциального преимущества использования технологии биорезорбируемых каркасов рассматривалась идея «запечатывания» атеросклеротической бляшки. Смысл этой концепции заключается в том, чтобы слой неоинтимы, который формируется в результате имплантации и резорбции биорезорбируемого каркаса, мог играть роль барьера, предотвращающего контакт атеросклеротической бляшки с кровью, и тем самым защищать от образования тромбов.

Процесс «запечатывания» особенно важен, когда атеросклеротическая бляшка

имеет некротическое ядро, так как патолого-анатомические исследования показывают отсутствие эндотелизации металлических стентов, имплантированных в некротическое ядро, что повышает риск тромбоза после прекращения двойной дезагрегантной терапии. В нашем исследовании мы обнаружили наличие слоя высокой интенсивности сигнала в зоне имплантации биорезорбируемого каркаса, который интегрировал в себя элементы атеросклеротической бляшки, резорбированного каркаса и неоинтимы. Толщина этого слоя составляла в среднем $0,176 \pm 0,028$ мм, что значительно превышает прогнозируемую толщину покрышки атеросклеротической бляшки в 0,065 мм (65 мкм), при которой риск разрыва бляшки высок. Это свидетельствует о потенциальных защитных свойствах данного слоя. Еще одним преимуществом биорезорбируемых стентов является отсутствие постоянного ограничения кровотока в боковых ветвях сосудов в отдаленные сроки после имплантации. Опасения о возможной компретации боковых ветвей из-за размеров каркасов не подтвердились в нашем исследовании. Важно упомянуть

об отсутствии в изучаемой когорте пациентов, которым БСК имплантировался в сегмент с боковой ветвью более 2 мм диаметром. Тем не менее отсутствие в отдаленные сроки обструкции устьев боковых ветвей вместе с ангиографическим подтверждением их проходимости рассматривается нами как благоприятный отдаленный результат. Целью данного исследования была оценка резорбции БСК с помощью методики ОКТ в отдаленном периоде. В связи с этим рассматривались лишь пациенты с благоприятным клиническим исходом.

Заключение

Полученные данные ОКТ в отдаленные сроки после имплантации БСК при ИБС продемонстрировали резорбцию каркасов и благоприятное течение заживления сосудистой стенки, структура которой в зоне имплантированного БСК представляла собой сочетание элементов атеросклеротической бляшки, резорбированного каркаса и неоинтимы и при ОКТ выглядела как единый слой с высокой интенсивностью сигнала. Минимальная толщина слоя составила $0,176 \pm 0,028$ мм, а средняя толщина слоя $0,362 \pm 0,119$ мм, таким образом, отмечено формирование потенциально защитного слоя, который отделяет просвет артерии от тромбогенных элементов и реализует концепцию «запечатывания» атеросклеротической бляшки. В отдаленном периоде после имплантации БСК во всех случаях внутренний просвет артерии характеризовался ровным контуром. У 13,3% пациентов отмечено увеличение средней площади просвета сегмента имплантации каркаса по сравнению с дистальным референсным сегментом, что объясняется выраженным положительным ремоделированием. Установлена проходимость всех боковых ветвей в 100% случаев в зоне имплантированного БСК, при этом показательно, что ни в одном случае не было выявлено наличия сохранившейся страты над устьем боковой ветви.

Полученные в отдаленном периоде после имплантации БСК результаты свидетельствуют о его эффективности и безопасности, более того, эта технология в неосложненных тромбозом случаях является перспективной и отвечает поставленным задачам, таким как преодоление недостатков металлических стентов и оптимизация процесса неоинти-

мального заживления. Основные проблемы ближайших и отдаленных тромбозов были связаны с нарушенной технологией имплантации и скудной линейкой БСК.

Литература/References

1. Jia S., Liu Y., Yuan J. Evidence in guidelines for treatment of coronary artery disease. *Adv. Exp. Med. Biol.* 2020; 1177: 37–73. DOI: 10.1007/978-981-15-2517-9_2
2. Nathan A., Kobayashi T., Kolansky D.M., Wilensky R.L., Giri J. Bioresorbable scaffolds for coronary artery disease. *Curr. Cardiol. Rep.* 2017; 19 (1): 5. DOI: 10.1007/s11886-017-0812-7
3. Iannaccone M., D'Ascenzo F., Templin C., Omedè P., Montefusco A., Guagliumi G. et al. Optical coherence tomography evaluation of intermediate-term healing of different stent types: systemic review and meta-analysis. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imag.* 2017; 18 (2): 159–166. DOI: 10.1093/ehjci/jew070
4. Cassese S., Byrne R.A., Jüni P., Wykrzykowska J.J., Puricel S., Ndrepepa G. et al. Midterm clinical outcomes with everolimus-eluting bioresorbable scaffolds versus everolimus-eluting metallic stents for percutaneous coronary interventions: a meta-analysis of randomised trials. *EuroIntervention.* 2018; 13 (13): 1565–1573. DOI: 10.4244/EIJ-D-17-00492
5. Mahmoud A.N., Barakat A.F., Elgendy A.Y., Schneibel E., Mentias A., Abuzaid A., Elgendy I.Y. Long-term efficacy and safety of everolimus-eluting bioresorbable vascular scaffolds versus everolimus-eluting metallic stents: a meta-analysis of randomized trials. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2017; 10 (5): e005286. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.117.005286
6. Ali Z.A., Serruys P.W., Kimura T., Gao R., Ellis S.G., Kereiakes D.J. et al. 2-year outcomes with the Absorb bioresorbable scaffold for treatment of coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis of seven randomised trials with an individual patient data substudy. *Lancet.* 2017; 390 (10096): 760–772. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)31470-8
7. Коробка В.Л., Хрипун А.В., Малеванный М.В., Куликовских Я.В. Ближайшие и среднеотдаленные результаты чрескожного коронарного вмешательства с имплантацией биорезорбируемых стентирующих каркасов при остром инфаркте миокарда с подъемом сегмента ST. *Эндоваскулярная хирургия.* 2015; 2 (1–2): 58–68.
Korobka V.L., Khripun A.V., Malevanny M.V., Kulikovskikh Ya.V. The short-term and mid-term outcomes of percutaneous coronary intervention with implantation of bioresorbable vascular scaffolds for STEMI treatment. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2015; 2 (1–2): 58–68 (in Russ.).
8. Gori T., Munzel T. First evidence of complete resorption 4 years after bioresorbable scaffold implantation in the setting of ST-segment elevation myocardial infarction. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2017; 10: 200–202. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.10.022

9. Karanasos A., Simsek C., Gnanadesigan M., van Ditzhuijzen N.S., Freire R., Dijkstra J. et al. OCT assessment of the long-term vascular healing response 5 years after everolimus-eluting bioresorbable vascular scaffold. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2014; 64: 2343–2356. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.09.029
10. Zhang X.L., Zhu L., Wei Z.H., Zhu Q.Q., Qiao J.Z., Dai Q. et al. Comparative efficacy and safety of everolimus-eluting bioresorbable scaffold versus everolimus-eluting metallic stents: a systematic review and meta-analysis. *Ann. Intern. Med.* 2016; 164 (11): 752–763. DOI: 10.7326/M16-0006
11. García-García H.M., Muramatsu T., Nakatani S., Lee I.S., Holm N.R., Thuesen L. et al. Serial optical frequency domain imaging in STEMI patients: the follow-up report of TROFI study. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2014; 15: 987–995. DOI: 10.1093/ehjci/jeu042
12. Kochman J., Kołtowski Ł., Tomaniak M., Jąkała J., Proniewska K., Legutko J. et al. First serial optical coherence tomography assessment at baseline, 12 and 24 months in patients treated with the second-generation Absorb bioresorbable vascular scaffold. *EuroIntervention.* 2018; 13: e2201–e2209. DOI: 10.4244/EIJ-D-17-00311
13. Strandberg E., Zeltinger J., Schulz D.G., Kaluza G.L. Late positive remodeling and late lumen gain contribute to vascular restoration by a non-drug eluting bioresorbable scaffold: a four-year intravascular ultrasound study in normal porcine coronary arteries. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2012; 5: 39–46. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.111.964270
14. Serruys P.W., Onuma Y., Garcia-Garcia H.M., Muramatsu T., van Geuns R.J., de Bruyne B. et al. Dynamics of vessel wall changes following the implantation of the absorb everolimus-eluting bioresorbable vascular scaffold: a multi-imaging modality study at 6, 12, 24 and 36 months. *EuroIntervention.* 2014; 9: 1271–1284. DOI: 10.4244/EIJV9I11A217

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.13-004.6-089.819.5

Госпитальные и 30-дневные результаты каротидного стентирования у асимптомных пациентов в зависимости от ультразвуковой характеристики атеросклеротической бляшки

Б.Г. Алеян, С.Д. Шейхов[✉], И.Е. Тимина, А.Б. Варава, А.В. Чупин, А.Ш. Ревивили

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

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

Шейхов Саид Даниялович, аспирант; orcid.org/0009-0009-0750-9081, e-mail: ridger245@yandex.ru

Тимина Ирина Евгеньевна, д-р мед. наук, вед. науч. сотр.; orcid.org/0000-0001-7026-9417

Варава Алексей Борисович, мл. науч. сотр., врач отдела рентгенэндоваскулярной хирургии;
orcid.org/0000-0002-2823-5325

Чупин Андрей Валерьевич, д-р мед. наук, профессор, руководитель отделения сосудистой хирургии;
orcid.org/0000-0002-5216-9970

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

Резюме

Цель исследования – изучение госпитальных и 30-дневных результатов стентирования внутренней сонной артерии (ВСА) в зависимости от ультразвуковой оценки атеросклеротической бляшки (АСБ) и определение их влияния на выбор используемых стентов и неврологические осложнения.

Материал и методы. В одноцентровое нерандомизированное исследование включены 116 пациентов, перенесших каротидное стентирование (КС). Критериями включения в исследование были: возраст пациента старше 18 лет, КС при одностороннем изолированном поражении ВСА, отсутствие перенесенной ранее операции каротидной эндартерэктомии (КЭАЭ) и стентирования ВСА, наличие протокола предоперационного ультразвукового исследования ВСА с оценкой эхогенности АСБ и ее длины, а также наличие информированного согласия пациента. Критериями исключения были: окклюзия или гемодинамически значимый стеноз контралатеральной ВСА, нарушения ритма сердца (фибрилляция предсердий), противопоказания к приему двойной антиагрегантной терапии (ДААТ), ожидаемая продолжительность жизни менее 12 мес, отказ пациента от участия в исследовании.

Значимость гемодинамического поражения ВСА определяли по методу NASCET (более 70%). В зависимости от типа АСБ пациенты были распределены на 3 группы: группа 1 – пациенты с АСБ с преобладанием гипоехогенного компонента (n=48; 41,4%); группа 2 – пациенты с АСБ с преобладанием средней и высокой эхогенности (n=45; 38,8%); группа 3 – пациенты с АСБ, практически полностью представленными гиперэхогенным компонентом, с так называемым тотальным кальцинозом (n=23; 19,8%). Первичными конечными точками в течение 30 дней явились: острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК), транзиторные ишемические атаки (ТИА), а вторичными – смерть от всех причин и инфаркт миокарда. Ишемическая болезнь сердца (ИБС) отмечена у 87 (75%) больных, 58 (66,7%) из которых в анамнезе перенесли чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ). Средний возраст пациентов составил 67,9 года, а большинство из них составляли мужчины – 78 (67,24%).

Результаты. За госпитальный и 30-дневный период наблюдения из 116 пациентов, перенесших КС, не было отмечено ни одного летального исхода и инфаркта миокарда. Был выявлен только 1 (0,86%) периперационный ипсилатеральный инсульт. Осложнения места доступа (пульсирующая гематома общей бедренной артерии) наблюдались в 7 (6%) случаях.

Заключение. Стентирование ВСА у асимптомных пациентов с атеросклеротическим поражением ВСА является эффективным и относительно безопасным методом профилактики НМК в госпитальном и 30-дневном периодах. Не было получено достоверной разницы по первичным и вторичным конечным точкам в зависимости от типа атеросклеротической бляшки, ее длины, а также типа применяемых стентов.

Ключевые слова: инсульт, транзиторная ишемическая атака, каротидное стентирование, внутренняя сонная артерия, атеросклеротическая бляшка, ультразвуковое исследование

Для цитирования: Алеян Б.Г., Шейхов С.Д., Тимина И.Е., Варава А.Б., Чупин А.В., Ревивили А.Ш. Госпитальные и 30-дневные результаты каротидного стентирования у асимптомных пациентов в зависимости от ультразвуковой характеристики атеросклеротической бляшки. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (3): 331–339. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-331-339

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 15.07.2024
Принята к печати 19.08.2024

In-hospital and 30-day outcomes of carotid stenting in asymptomatic patients according to ultrasound characteristics of atherosclerotic plaque

B.G. Alekyan, S.D. Sheykhov[✉], I.E. Timina, A.B. Varava, A.V. Chupin, A.Sh. Revishvili

A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Moscow, Russian Federation

Bagrat G. Alekyan, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of Russian Academy of Science, Deputy Director of Science, Head of Department of Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-6509-566X

[✉]**Said D. Sheykhov**, Postgraduate, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0009-0750-9081, e-mail: ridger245@yandex.ru

Irina E. Timina, Dr. Med. Sci., Leading Researcher; orcid.org/0000-0001-7026-9417

Aleksey B. Varava, Junior Researcher, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-2823-5325

Andrey V. Chupin, Dr. Med. Sci., Professor, Head of Department; orcid.org/0000-0002-5216-9970

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

Abstract

Objective. To study in-hospital and 30-day outcomes of internal carotid artery (ICA) stenting in relation to ultrasound assessment of atherosclerotic plaque and determine their impact on the choice of stents used and neurological complications.

Material and methods. A single-center, non-randomized study included 116 patients who underwent carotid stenting. The inclusion criteria for the study were asymptomatic patients with unilateral isolated ICA lesion who had not undergone carotid endarterectomy (CEAE) or carotid stenting (CS), with a protocol of preoperative ultrasound examination of the ICA with assessment of the echogenicity of the atherosclerotic plaque (ASP). The exclusion criteria were: occlusion or hemodynamically significant stenosis of the contralateral ICA, history of heart rhythm disorders (HRD), patient refusal to participate in the study. The significance of hemodynamic lesion of the ICA was considered using the NASCET method (more than 70%). Depending on the type of ASP, patients were divided into 3 groups: group 1 – ASP with a predominance of the hypoechoic component (n=48; 41.4%); Group 2 – plaques with predominantly medium and high echogenicity (n=45; 38.8%); Group 3 – plaques almost entirely represented by a hyperechoic component, so-called totally calcified (n=23; 19.8%). The primary endpoints within 30 days were: acute cerebrovascular accident (stroke), transient ischemic attacks (TIA), and the secondary endpoints were death from all causes and myocardial infarction (MI). Ischemic heart disease occurred in 87 (75%) patients, 58 (66.7%) of whom had a history of percutaneous coronary intervention (PCI). The average age of patients was 67.9 years, and the majority of them were men – 78 (67.24%).

Results. During the hospital and 30-day observation period, out of 116 patients who underwent CS, no deaths or myocardial infarctions were observed. Only 1 (0.86%) perioperative ipsilateral stroke was detected. Access site complications (pulsating hematoma of the common femoral artery – CFA) were observed in 7 (6%) cases.

Conclusion. Stenting of the internal carotid artery in asymptomatic patients with atherosclerotic lesions of the ICA is an effective and relatively safe method for preventing cerebrovascular accidents in the hospital and 30-day period. No significant difference was obtained in primary and secondary endpoints depending on the type of atherosclerotic plaque, its length, and the type of used stents.

Keywords: stroke, transient ischemic attack, carotid stenting, internal carotid artery, atherosclerotic plaque, duplex ultrasound

For citation: Alekyan B.G., Sheykhov S.D., Timina I.E., Varava A.B., Chupin A.V., Revishvili A.Sh. In-hospital and 30-day outcomes of carotid stenting in asymptomatic patients according to ultrasound characteristics of atherosclerotic plaque. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (3): 331–339 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-331-339

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

Received July 15, 2024
Accepted August 19, 2024

Введение

По данным Всемирной организации здравоохранения, смертность от сердечно-сосудистых заболеваний составляет 31% и является наиболее частой причиной летальных исходов во всем мире [1, 2]. Инсульт является основной причиной инвалидизации пациентов старшей возрастной группы. Более чем у половины людей старше 65 лет, выживших после

инсульта, развивается неврологический дефицит вплоть до развития паралича [3]. Стеноз внутренней сонной артерии (ВСА) является причиной более 30% случаев ишемических инсультов. Методами лечения данного патологического состояния являются оптимальная медикаментозная терапия (ОМТ), каротидная эндартерэктомия (КЭАЭ) и каротидное стентирование (КС). Также применяются их комбинации (КЭАЭ+ОМТ, КС+ОМТ). Доказано,

что хирургическое лечение (КЭАЭ и КС) стеноза ВСА снижает риск инсульта, а также смертности, связанной с инсультом [4].

Европейским обществом сосудистых хирургов (ESVS) в 2023 г. представлены Рекомендации по тактике ведения и выбора метода лечения асимптомных пациентов с поражением ВСА, согласно которым:

- для асимптомных пациентов среднего хирургического риска со стенозом ВСА 60–99%, с ожидаемой продолжительностью жизни >5 лет и благоприятным анатомическим строением следует рассматривать КЭАЭ+ОМТ (IIa), с возможной альтернативой в виде КС+ОМТ (IIb);

- при наличии окклюзии, субокклюзии ВСА либо стенозе <60% рекомендована ОМТ (IA) [5].

Сложность лечения пациентов, которым показано хирургическое лечение, заключается как в выборе стратегии реваскуляризации, так и в послеоперационном ведении. Для выбора эффективного и безопасного метода лечения стеноза ВСА (хирургического или медикаментозного) крайне важен тип атеросклеротической бляшки (АСБ), определяемый при помощи ультразвукового исследования (УЗИ) и компьютерной томографии (КТ). На основе данных этих исследований осуществляется правильный подбор инструментария (тип защиты от дистальной эмболии, тип стента и т.д.). По данным ряда авторов, гипоехогенные АСБ вызывают повышенный риск эмболизации во время КС, поэтому их характеристика и анализ являются чрезвычайно важными факторами [6, 7]. Существует также мнение, что и кальцинированные АСБ являются немаловажной причиной неврологических осложнений, либо значимого резидуального стеноза после КС [8].

В 2014 г. С. Morgan et al. провели ретроспективное исследование 375 пациентов (116 из них были симптомными), перенесших КС с 2001 по 2010 гг. [9]. Предоперационные визуализирующие исследования (УЗИ, КТ-ангиография, МР-ангиография и селективная ангиография) были выполнены для выявления анатомических данных (тип дуги аорты, извитость ВСА и т.д.) и структурных особенностей бляшек. В первичные конечные точки данного исследования были включены 30-дневный инсульт или транзиторная ишемическая атака (ТИА). Вторичные конечные точки включали 30-днев-

ную смерть и инфаркт миокарда (ИМ). Всего было отмечено 14 (3,7%) периоперационных неврологических осложнений, из них 8 ТИА и 6 инсультов, 30-дневная смертность и случаи ИМ составили 0,5 и 0,75% соответственно. Степень стеноза ВСА была связана с количеством периоперационных неврологических осложнений ($p=0,03$), а наличие кальцификации дуги аорты было связано с увеличением частоты этих осложнений ($p=0,07$). Однако тип дуги, кальцификация бляшек, а также их длина не коррелировали с первичными конечными точками. Различия были отмечены между полами: у женщин была более извитая общая сонная артерия, чем у мужчин (34% против 27% соответственно, $p=0,04$). У женщин также была отмечена тенденция к более выраженной кальцификации бляшек и более тяжелой кальцификации дуги аорты, чем у мужчин. Данные исследования свидетельствуют о возможной связи степени поражения ВСА и кальцификации дуги аорты с повышенным периоперационным неврологическим риском при КС [9].

Интересные данные были представлены Е. Köklü et al. в 2022 г., согласно которым были проанализированы отдаленные результаты работы турецкого центра. С 2010 по 2020 г. было включено 570 пациентов, которым выполняли плановое КС. Больные были распределены на 2 группы: группу с некальцинированными (268 больных) и группу с кальцинированными (302 больных) АСБ. Церебральная диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография (ДВ-МРТ) была выполнена для пациентов до и после КС. Наличие новых перипроцедурных ипсилатеральных поражений, обнаруженных при ДВ-МРТ, было отмечено как важная находка. Сравнивались ограничения ипсилатеральной диффузии в группах 1 и 2. Наличие перипроцедурных бессимптомных ипсилатеральных поражений при ДВ-МРТ было выше у пациентов в группе с некальцинированными бляшками ($n=45$; 16,8%), чем у пациентов в группе с кальцинированными бляшками ($n=31$; 10,3%) ($p=0,02$). Это исследование позволило сделать вывод, что частота ипсилатеральной бессимптомной церебральной эмболии, обнаруженной при ДВ-МРТ головного мозга, была выше при стентировании некальцинированных АСБ, по сравнению с кальцинированными [10].

Анализ данных A. Kokkosis et al. показывает, что по сравнению с бляшками с низким содержанием кальция, стентирование бляшек с высоким содержанием кальция имеет более высокий процент остаточного стеноза после КС ($9,7 \pm 13,3\%$ против $1,7 \pm 6,1\%$, $p < 0,001$) и относительно более высокий процент высокоинтенсивных поражений при послеоперационной ДВ-МРТ, что свидетельствует о постпроцедурных ишемических событиях (33% против 20%) [8].

Таким образом, по данным литературы, характеристики АСБ являются важным аспектом в предоперационной оценке пациента.

Особого внимания заслуживает важнейший проспективный многоцентровой регистр CREST-2 Registry, опубликованный в 2019 г., в который был включен 2141 пациент, из которых 1180 были асимптомными и 961 – симптомными. Данный регистр оценивал современные результаты КС, выполняемых опытными эндоваскулярными хирургами с использованием соответствующего отбора пациентов и оптимальной техники. В этих условиях группа эндоваскулярных хирургов, состоящая из 187 человек, представляющих 98 центров США, достигла очень низкой периоперационной частоты инсульта/смерти как у симптомных (2,8%), так и у асимптомных пациентов (1,4%). Важно отметить, что для участия в исследовании каждый эндоваскулярный хирург был обязан иметь опыт выполнения как минимум 50 каротидных стентирований и 8 вмешательств на ВСА за предыдущие 12 мес [11].

Целью настоящего исследования является изучение госпитальных результатов стентирования ВСА в зависимости от ультразвуковой оценки АСБ, а также определение влияния видов АСБ, их длины и используемых стентов на частоту неврологических осложнений.

Материал и методы

В НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского (далее – Центр) с 2017 по 2023 гг. было выполнено 362 КС. В рамках одноцентрового нерандомизированного исследования были изучены результаты КС 116 (32%) пациентов, из которых только 5 (5,8%) имели симптомное поражение ВСА. Критериями включения в исследование были: возраст старше 18 лет, КС при одностороннем изолированном поражении ВСА, отсутствие перенесенной ра-

нее операции КЭАЭ и стентирования ВСА, наличие протокола предоперационного УЗИ ВСА с оценкой эхогенности АСБ и ее длины, а также наличие информированного согласия. Критериями исключения были: окклюзия или гемодинамически значимый стеноз контралатеральной ВСА, нарушения ритма сердца (фибрилляция предсердий), противопоказания к приему двойной антиагрегантной терапии (ДААТ), ожидаемая продолжительность жизни менее 12 мес, отказ пациента от участия в исследовании.

Значимость гемодинамического сужения ВСА рассчитывали по методу NASCET (более 70%). Критериями симптомного поражения ВСА являлись: ипсилатеральное перенесенное острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК), ТИА или эпизоды преходящей слепоты в течение 6 мес до госпитализации. Наличие АСБ в каротидной бифуркации или устье ВСА, при отсутствии вышеперечисленных критериев, считалось единственным признаком наличия асимптомного стеноза ВСА [5].

Данные всех пациентов были обсуждены на консилиуме «сердечно-сосудистой команды», целью которого является мультидисциплинарное изучение клинических и инструментальных данных пациентов для принятия решения о наиболее безопасной и эффективной стратегии лечения. В состав консилиума входили сердечно-сосудистые и рентгенэндоваскулярные хирурги, кардиологи, неврологи и анестезиологи. На проведение данного исследования было получено одобрение локального этического комитета и информированное добровольное согласие включенных в него пациентов.

Оценку результатов лечения проводили на основании анализа таких показателей, как инсульт, ТИА (первичные конечные точки) и инфаркт миокарда, и смерть от всех причин (вторичные конечные точки). Пациенты были распределены на 3 группы в зависимости от типа АСБ: группа 1 – пациенты с АСБ с преобладанием гипоехогенного компонента ($n=48$ (41,4%)); группа 2 – пациенты с АСБ с преобладанием компонентов средней и высокой эхогенности ($n=45$ (38,8%)); группа 3 – пациенты с АСБ, состоящими практически полностью из гиперэхогенного компонента – тотально кальцинированными ($n=23$ (19,8%)).

Клиническая характеристика исследуемых пациентов представлена в таблице 1. Сахарный

диабет (СД) наблюдался у 25 (21,55%) пациентов, ишемическая болезнь сердца (ИБС) – у 87 (75%), 58 (66,7%) из которых перенесли чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ). Средний возраст всех исследуемых составил 67,9 года, большинство пациентов составили мужчины – 78 (67,24%).

Подробная характеристика поражения ВСА указана в таблице 2. Длину АСБ учитывали как предполагаемый фактор нежелательных неврологических и сердечно-сосудистых осложнений.

Согласно рекомендациям Европейского общества кардиологов (ЕОК) [12], всем па-

циентам без исключения назначалась ДААТ (клопидогрел и ацетилсалициловая кислота). После выполненной операции клопидогрел 75 мг назначали на 6 мес, а ацетилсалициловую кислоту 100 мг пожизненно. Интраоперационно выполняли внутриаартериальное болюсное введение гепарина из расчета 100 ЕД на кг массы тела. Непосредственно перед имплантацией стента внутривенно вводили 1 мг атропина для предотвращения брадикардии и возможной гипотонии. При возникновении артериальной гипотензии менее 90 мм рт. ст. назначали соответствующую вазопрессорную поддержку. После выполнения

Таблица 1

Клинические характеристики пациентов (n = 116)

Показатель	Число пациентов			Всего, n (%)	P
	Группа 1, АСБ с преобладанием гипозоногенного компонента (n=48), n (%)	Группа 2, АСБ с преобладанием средней и высокой экзогенности (n=45), n (%)	Группа 3, тотальные кальцинированные АСБ (n=23), n (%)		
Пол					
мужской	37 (77)	28 (62,2)	13 (56,5)	78 (67,24)	0,148
женский	11 (23)	17 (37,8)	10 (43,5)	38 (32,76)	
Возраст					
менее 75 лет	39 (81,25)	31 (68,9)	10 (43,8)	80 (68,96)	0,006
более 75 лет	9 (18,75)	14 (31,1)	13 (56,2)	36 (31,04)	
Сахарный диабет	8 (16,7)	12 (26,7)	5 (21,7)	25 (21,55)	0,498
ИБС в анамнезе	33 (68,75)	27 (60)	18 (78,26)	78 (67,24)	0,421
Хроническая болезнь почек					
3а, 3б стадии	15 (31,3)	11 (24,4)	8 (34,8)	37 (31,89)	0,579

Таблица 2

Характеристика поражения ВСА (n = 116)

Показатель	Число пациентов			Всего, n (%)	P
	Группа 1, АСБ с преобладанием гипозоногенного компонента (n=48), n (%)	Группа 2, АСБ с преобладанием средней и высокой экзогенности (n=45), n (%)	Группа 3, тотальные кальцинированные АСБ (n=23), n (%)		
Поражение ВСА					
симптомное	3 (6,25)	1 (2,2)	1 (4,34)	5 (4,3)	0,633
асимптомное	45 (93,75)	44 (97,8)	22 (95,66)	111 (95,7)	
Длина АСБ по данным УЗИ					
менее 15 мм	7 (14,58)	6 (13,3)	5 (21,7)	18 (15,5)	0,606
15–30 мм	37 (77,08)	31 (68,9)	15 (65,2)	83 (71,55)	
более 30 мм	4 (8,34)	8 (17,8)	3 (13,1)	15 (12,95)	

стентирования все пациенты проходили суточный мониторинг гемодинамики в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ). Операционный доступ осуществляли преимущественно (в 97,5% случаев) через общую бедренную артерию (ОБА), в остальных случаях – через плечевую артерию. Катетеризацию и каротидную ангиографию выполняли катетером Simmons 2 5F с использованием 0.035 проводника. Среди систем защиты головного мозга (ЗГМ) наиболее часто применялся Spider FX (Medtronic, Ирландия) – 65,5%, также применялись FilterWire EZ (Boston Scientific, США) и Mo.Ma Ultra (Medtronic, Ирландия). В подавляющем большинстве случаев (73,27%) использовали стент Protégé RX (Medtronic, Ирландия). В остальных случаях устанавливали стенты с закрытой ячейкой (Carotid Wallstent, Boston Scientific, США) или стенты с двухсоставной структурой (Casper Terumo, Япония и CGuard Inspire MD, Израиль). Более развернутые периоперационные характеристики пациентов представлены в таблице 3.

Результаты

За госпитальный и 30-дневный период у 116 пациентов, перенесших КС, не было отмечено ни одного летального исхода и инфаркта миокарда. В большинстве (84,48%) наблюдений АСБ имели длину ≥ 15 мм. При стентировании ВСА не было цели добиваться «ангиографического совершенства», ввиду того что это необязательно для достижения хорошего клинического результата [13]. Кроме того, агрессивная дилатация является наиболее опасной частью процедуры КС, которая с наибольшей вероятностью может спровоцировать такие осложнения, как инсульт, выраженная гипотония, брадикардия или вовсе асистолия. По данным послеоперационного УЗИ, ни у одного пациента из группы 3 не было выявлено значимого резидуального стеноза более 50%, а также локальных нарушений кровотока. За госпитальный период наблюдения у 5 (5,8%) пациентов с симптомным поражением ВСА не было выявлено нежелательных неврологических осложнений.

Таблица 3

Периоперационные характеристики пациентов (n = 116)

Показатель	Число пациентов			Всего, n (%)	P
	Группа 1, АСБ с преобладанием гипозоногенного компонента (n=48), n (%)	Группа 2, АСБ с преобладанием средней и высокой экзогенности (n=45), n (%)	Группа 3, тотальные кальцинированные АСБ (n=23), n (%)		
Тип дуги аорты					
I	40 (83,3)	37 (82,2)	19 (82,6)	96 (82,75)	0,99
II	8 (16,7)	8 (17,8)	4 (17,4)	20 (17,25)	
Операционный доступ					
фemorальный	44 (91,6)	44 (97,8)	23 (100)	111 (95,7)	0,183
брахиальный	4 (8,4)	1 (2,2)	0 (0)	5 (4,3)	
Тип стента					
открытая ячейка	36 (75)	32 (71,1)	17 (73,9)	85 (73,27)	0,86
закрытая ячейка	7 (14,6)	6 (13,3)	3 (13,05)	16 (13,79)	
двухсоставной	5 (10,4)	7 (15,6)	3 (13,05)	15 (13,21)	
Гемостаз устройством	11 (22,9)	15 (33,3)	3 (13,05)	29 (25)	0,171
Тип ЗГМ					
дистальный	48 (100)	44 (97,8)	23 (100)	115 (99,14)	–
проксимальный	–	1 (2,2)	–	1 (0,86)	

У 1 (0,86%) пациента из группы 2 отмечен периоперационный ипсилатеральный инсульт с благоприятным исходом. По данным предоперационного УЗИ, длина АСБ у пациента составляла 34 мм. При контрольной ангиографии после имплантации стента CGuard в правую ВСА отмечалось отсутствие контрастирования ВСА. После удаления системы ЗГМ Filter-Wire из артерии кровотоки в ВСА были восстановлены. При проверке системы ЗГМ в корзиночном фильтре был обнаружен элемент атеросклеротической бляшки неправильной формы размером 1×1,5 мм. Интраоперационно пациент был осмотрен неврологом, отмечался левосторонний гемипарез, парез зрения влево, нарушение речи (дизартрия). На следующие сутки при проведении ДВ-МРТ головного мозга выявлены множественные мелкие свежие участки ишемии в правой гемисфере, в том числе в пре- и постцентральной извилинах, и подкорковой области справа, а также участок ишемии в левой гемисфере мозжечка. Данных за интракраниальное кровоизлияние не было. Кровотоки в магистральных артериях без особенностей. Был поставлен диагноз ОНМК атероземболического типа в левом полушарии. Впоследствии пациент был переведен в специализированный центр для прохождения нейрореабилитации. На сегодняшний день пациент почти полностью восстановил двигательную функцию.

Осложнения в месте доступа (пульсирующая гематома ОБА) наблюдались в 6% (n=7) случаев. Более детальные данные о госпитальных осложнениях представлены в таблице 4.

Обсуждение

В мировой литературе существует достаточно публикаций, доказывающих значимость влияния характеристики АСБ на неврологические события в госпитальном периоде. В упомянутом ранее проспективном многоцентровом регистре CREST-2 Registry [10] впервые в мире представлены такие многообещающие результаты КС, которые не были бы достигнуты без участия опытных хирургов, использовавших наиболее оптимальную технику стентирования с оптимальным отбором пациентов, а именно: пациенты среднего хирургического риска, высокого анатомического риска и высокого физиологического риска для КЭАЭ, со степенью стеноза ВСА $\geq 70\%$ при бессимптомном поражении и 50% стенозе при симптомном поражении. Было бы неправильным не упомянуть, что все центры, принимавшие участие в этом исследовании, отбирались на основании наличия: большого потока пациентов со стенозом ВСА, совместной и междисциплинарной экспертизы, медицинского персонала, способного провести оценку состояния пациента по шкалам инсульта NIHSS [14] и mRS (модифицированная шкала Рэнкина) [15], а также отделения, сертифицированного для проведения ультразвуковой диагностики стеноза ВСА.

Достойного упоминания заслуживает крупное ретроспективное исследование M. Fateeh et al., опубликованное в 2021 г. и включившее данные 2671 операции КС (1736 из них были выполнены у симптомных пациентов) из более чем 500 североамериканских центров. В нем

Таблица 4

Госпитальные осложнения каротидного стентирования (n = 116)

Показатель	Число пациентов			Всего, n (%)	P
	Группа 1, АСБ с преобладанием гипозогенного компонента (n=48), n (%)	Группа 2, АСБ с преобладанием средней, высокой эхогенности (n=45), n (%)	Группа 3, тотальные кальцинированные АСБ (n=23), n (%)		
Неврологическая симптоматика (ОНМК/ТИА)	–	1 (2,2)	–	1 (0,86)	0,451
Диссекция артерии, протрузия АСБ	–	1 (4,4)	–	1 (0,86)	0,451
Осложнения в месте доступа	3 (6,25)	1 (2,2)	3 (13,04)	7 (6,03)	0,207

изучалась частота инсульта и смерти от всех причин в госпитальном периоде. В данной работе пациентов, которым выполнено КС, разделили на 2 группы, в зависимости от имплантированных стентов: группа 1 – пациенты, которым имплантированы стенты с закрытыми ячейками ($n=1384$), и группа 2 – пациенты, которым имплантированы стенты с открытыми ячейками ($n=1287$). В результате не было выявлено существенных различий между группами с имплантированными стентами с закрытыми и открытыми ячейками в показателях внутрибольничной смертности (1,8% против 1,4%; $p=0,40$), инсульта (1,8% против 2,4%; $p=0,28$) и инсульта/смерти (3,3% против 3,5% соответственно; $p=0,81$) [16].

В 2022 г. Y. Enomoto et al. опубликовали данные исследования, в котором изучалось влияние типов стентов и АСБ на рестеноз и неврологические осложнения в госпитальном и отдаленном периодах. В исследование было включено 65 пациентов, с последующим разделением на две группы. Группа 1 ($n=34$) состояла из пациентов, которым был имплантирован стент с закрытой ячейкой (Carotid Wallstent, США), группа 2 ($n=31$) – с открытой (PRECISE, США и Protégé, Ирландия). В итоге не было зарегистрировано значимой разницы между двумя группами в выявлении частоты развития симптоматических ишемических осложнений (2,9% против 3,2% соответственно, $p=1$) или частоты рестеноза через 6 мес (11,5% против 3,45% соответственно, $p=0,33$). Но стоит также отметить, что доля пациентов с неполным прилеганием стента к стенке сосуда была значительно выше в группе 1, чем в группе 2 (85,3% против 6,5% соответственно, $p<0,0001$) [17]. Это может быть связано с более высокой радиальной жесткостью стента Wallstent, как и его меньшей «податливостью» после имплантации в ВСА.

Значимость длины АСБ, как предиктора неврологических осложнений КС, была описана в нескольких исследованиях. Так, S. Sayeed et al. в своей работе 2008 г. утверждали, что длина АСБ ≥ 15 мм напрямую коррелировала с инсультом в 30-дневном периоде ($p<0,001$). В данное исследование был включен 421 пациент, которым с 1996 по 2005 г. было выполнено КС. Однако, как отмечают авторы, до 2000 г. было необязательным использование системы ЗГМ при выполнении КС [18]. На сегодняшний день ни одна операция КС

не обходится без использования этого устройства. В вышеупомянутой работе С. Morgan et al. [9] указывается на отсутствие связи длины бляшки и ее кальцификации с инсультом в госпитальном периоде. В нашей работе также не выявлена связь между длиной бляшки и ОНМК/ТИА за 30-дневный период, а длина всех бляшек в большинстве случаев (84,48%) составляла 15–30 мм.

В итальянском одноцентровом ретроспективном исследовании 2023 г. F. Squizzato et al. была изучена частота инсульта и наличия эмболического материала в системах ЗГМ у пациентов, перенесших КС, в зависимости от дизайна стентов и морфологических характеристик АСБ. Всего было выполнено 481 КС, которые были разделены на три группы: группа 1 – имплантируемый стент с открытой ячейкой ($n=171$), группа 2 – стент с закрытой ячейкой ($n=68$), группа 3 – двухсоставной стент ($n=242$). Первичной конечной точкой было наличие эмболов в фильтре системы ЗГМ, вторичной конечной точкой – частота инсульта и смерти в 30-дневный период. В результате в группе 3 имела более низкая частота обнаружения эмбола в фильтре системы ЗГМ в случаях с гипоехогенной АСБ ($p<0,001$) и с АСБ длиной более 15 мм ($p<0,001$). После многомерной линейной регрессии использование двухсоставных стентов было связано с более низким количеством эмболов в фильтре системы ЗГМ ($p=0,038$). В 30-дневном же периоде частота инсульта и смерти от всех причин достоверно не различалась между 3 группами ($p=0,999$) [19]. Таким образом, авторы показали значимость корреляции между типом имплантируемых стентов, структурой и длиной АСБ, однако в 30-дневном периоде эти факторы не влияли на частоту инсультов.

Проведенное нами исследование подтверждает данные работ С. Morgan et al., М. Fateeh et al. и Y. Enomoto et al. [9, 16, 17] об отсутствии связи типа АСБ и используемых стентов с инсультами и ТИА в госпитальном периоде. Нами не было установлено достоверной связи между кальцификацией АСБ, ее длиной и частотой ОНМК и ТИА, при том условии, что наибольшее количество АСБ (84,48%) имело длину ≥ 15 мм, по данным УЗИ. В случаях стентирования бляшки с тотальным кальцинозом не было выявлено значимого резидуального стеноза, как и локальных нарушений кровотока в области вмешательства в после-

операционном периоде. В литературе факторы длины АСБ и ее эхогенности рассматривают как предиктор неврологических осложнений в периоперационном периоде. В нашей работе не было летальных исходов и имел место только 1 случай инсульта. Не было также ни одной ТИА, ИМ и смерти от всех причин у 116 пациентов всех трех групп.

Заключение

Стентирование внутренней сонной артерии у асимптомных пациентов с атеросклеротическим поражением ВСА является эффективным и относительно безопасным методом профилактики нарушений мозгового кровообращения в госпитальном и 30-дневном периодах. Не было получено достоверной разницы по первичным и вторичным конечным точкам в зависимости от типа атеросклеротической бляшки, ее длины, а также типа применяемых стентов.

Литература/References

1. Росстат. Распространенность сердечно-сосудистых заболеваний в Российской Федерации. Минздрав Российской Федерации. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/13721#> (дата обращения 21.06.2024).
Rosstat. Prevalence of cardiovascular diseases in the Russian Federation. Ministry of Health of the Russian Federation, 2020 (in Russ.) URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/13721#> (accessed 21.06.2024).
2. Всемирная организация здравоохранения. Сердечно-сосудистые заболевания. URL: <https://www.who.int/ru/data> (дата обращения 21.06.2024).
World Health Organization. Cardiovascular diseases (in Russ.). URL: <https://www.who.int/ru/data> (accessed 21.06.2024).
3. Virani S.S., Alonso A., Benjamin E.J., Bittencourt M.S., Callaway C.W., Carson A.P. et al. Heart disease and stroke statistics – 2020 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2020; 141 (9): e139–e596. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000757
4. Lamanna A., Maingard J., de Barras C., Kok H.K., Handelman G., Chandra R. et al. Carotid artery stenting: Current state of evidence and future. *Scandinavica*. 2019; 139 (4): 318–333. DOI: 10.1111/ane.13062
5. Naylor R., Rantner B., Ancetti S., de Borst G.J., De Carlo M., Halliday A. et al. European Society for Vascular Surgery (ESVS). 2023 Clinical Practice Guidelines on the Management of Atherosclerotic Carotid and Vertebral Artery Disease. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2023; 65 (1): 7–111. DOI: 10.1016/j.ejvs.2022.04.011
6. Алякин Б.Г. (Ред.) Рентгенэндоваскулярная хирургия. Национальное руководство: в 4 т. Т. 3. Сосудистые, неврологические, хирургические, онкологические, гинекологические и урологические заболевания. М.: Литтерра; 2017: 263–267.
Alekyan B.G. (Ed.) Endovascular surgery. National Guidelines: in 4 volumes. V. 3. Vascular, neurological, surgical, oncological, gynecological and urological. Moscow: Litterra; 2017: 263–267 (in Russ.).
7. Squizzato F., Piazza M., Turcatel A., Colacchio E.C., Grego F., Antonello M. Effect of plaque morphological characteristics on the outcomes of carotid artery stenting. *J. Cardiovasc. Surg.* 2023; 64 (6): 561–569. DOI: 10.23736/S0021-9509.23.12763-7
8. Kokkosis A. A., Macdonald S., Jim J., Shah R., Schneider P. A. Assessing the suitability of the carotid bifurcation for stenting: Anatomic and morphologic considerations. *J. Vasc. Surg.* 2021; 74 (6): 2087–2095. DOI: 10.1016/j.jvs.2021.05.048
9. Morgan C.E., Lee C.J., Chin J.A., Eskandari M.K., Morasch M.D., Rodriguez H.E. et al. High-risk anatomic variables and plaque characteristics in carotid artery stenting. *Vasc. Endovasc. Surg.* 2014; 48 (7–8): 452–459. DOI: 10.1177/1538574414551577
10. Köklü E., Gencer E.S. Plaque morphology effect on periprocedural asymptomatic cerebral embolism in carotid artery stenting using first-generation carotid stents: a diffusion-weighted magnetic resonance imaging study. *Polish Heart Journal (Kardiologia Polska)*. 2022; 80 (3): 293–301.
11. Lal B.K., Roubin G.S., Rosenfield K., Heck D., Jones M., Jankowitz B. et al. Quality assurance for carotid stenting in the CREST-2 registry. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2019; 74 (25): 3071–3079. DOI: 10.1016/j.jacc.2019.10.032
12. Valgimigli M., Bueno H., Byrne R.A., Collet J.P., Costa F., Jeppsson A., et al. 2017 ESC focused update on dual antiplatelet therapy in coronary artery disease developed in collaboration with EACTS: The Task Force for dual antiplatelet therapy in coronary artery disease of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur. Heart J.* 2018; 39 (3): 213–260. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx334
13. Swinnen J. Carotid duplex ultrasound after carotid stenting. *Australas. J. Ultrasound Med.* 2010; 13 (3): 20–22. DOI: 10.1002/j.2205-0140.2010.tb00159.x
14. Brott T., Adams H.P. Jr, Olinger C.P., Marler J.R., Barsan W.G., Biller J. et al. Measurements of acute cerebral infarction: a clinical examination scale. *Stroke*. 1989; 20 (7): 864–870. DOI: 10.1161/01.str.20.7.864
15. Banks J.L., Marotta C.A. Outcomes validity and reliability of the modified Rankin scale: implications for stroke clinical trials: a literature review and synthesis. *Stroke*. 2007; 38 (3): 1091–1096. DOI: 10.1161/01.STR.0000258355.23810
16. Faateh M., Dakour-Aridi H., Mathlouthi A., Locham S., Naazie I., Malas, M. Comparison of open-and closed-cell stent design outcomes after carotid artery stenting in the Vascular Quality Initiative. *J. Vasc. Surg.* 2021; 73 (5): 1639–1648. DOI: 10.1016/j.jvs.2020.08.155
17. Enomoto Y., Egashira Y., Funatsu N., Yamauchi K., Matsubara H., Iwama T. The effect of stent design on plaque protrusion after carotid artery stenting. *J. Neuroendovasc. Ther.* 2022; 16 (5): 237–242. DOI: 10.5797/jnet.0a.2021-0066
18. Sayeed S., Stanziale S.F., Wholey M.H., Makaroun M.S. Angiographic lesion characteristics can predict adverse outcomes after carotid artery stenting. *J. Vasc. Surg.* 2008; 4 (1): 81–87. DOI: 10.1016/j.jvs.2007.09.047
19. Squizzato F., Piazza M., Forcella E., Colacchio E.C., Fedrigo M., Angelini A. et al. Impact of carotid stent design on embolic filter debris load during carotid artery stenting. *Stroke*. 2023; 54 (10): 2534–2541. DOI: 10.1161/STROKEAHA.123.043117

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.137.8./9-007.271-089.168

Значение оценки периферического сопротивления русла оттока по шкале Рутерфорда для прогнозирования эффективности реваскуляризации у больных с облитерирующими заболеваниями артерий нижних конечностей

*Д.А. Данилова[✉], Д.Н. Майстренко, М.И. Генералов, А.С. Иванов, Д.М. Кокорин, А.Н. Олещук*ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. акад. А.М. Гранова»
Минздрава России, С.-Петербург, Российская Федерация[✉]Данилова Дарья Александровна, ординатор; orcid.org/0009-0001-2053-3678,
e-mail: danilovadaria4@gmail.com

Майстренко Дмитрий Николаевич, д-р мед. наук, директор; orcid.org/0000-0001-8174-7461

Генералов Михаил Игоревич, канд. мед. наук, заведующий отделением; orcid.org/0000-0001-8980-5240

Иванов Александр Сергеевич, канд. мед. наук, сосудистый хирург; orcid.org/0000-0003-3357-5022

Кокорин Денис Михайлович, рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0002-4842-7711

Олещук Анна Никитична, канд. мед. наук, сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-8437-1081

Резюме

Цель исследования – оценить результаты операций по реваскуляризации на артериях бедренно-подколенного сегмента в зависимости от состояния периферического русла.**Материал и методы.** В статье проанализировано влияние исходного состояния периферического сопротивления путей оттока на ближайшие и отдаленные результаты лечения больных с облитерирующим атеросклерозом артерий бедренно-подколенно-тибиального сегмента. В ретроспективное исследование вошли данные 213 пациентов, которым были выполнены различные реконструктивные вмешательства на бедренно-подколенном сегменте выше и ниже щели коленного сустава. По данным ангиографии, 100 (46,9%) пациентов исходно имели хорошие пути оттока, у 72 (33,8%) больных определялись удовлетворительные пути оттока и в 41 (19,2%) случае выявлено плохое состояние периферического артериального русла.**Результаты.** Проведена оценка динамики первичной и кумулятивной проходимости конструкций в зависимости от характера выполненного оперативного вмешательства и уровня периферического сопротивления в группах пациентов с хорошим (при сумме баллов от 1,0 до 4,0), удовлетворительным (от 5,0 до 7,0 балла) и плохим (от 7,5 до 10,0 балла) руслом оттока. Полученные данные свидетельствуют о четкой взаимосвязи между уровнем периферического сосудистого сопротивления и результатами реконструктивных операций на артериях нижних конечностей, что позволяет рекомендовать оптимизацию гемодинамических условий русла оттока для повышения проходимости сосудистых конструкций.**Заключение.** Оценка периферического сопротивления путей оттока по шкале Рутерфорда позволяет прогнозировать ближайшие и отдаленные результаты реваскуляризации на бедренно-подколенно-тибиальном сегменте.**Ключевые слова:** критическая ишемия нижних конечностей, оценка периферического сопротивления, результаты реваскуляризации нижних конечностей**Для цитирования:** Данилова Д.А., Майстренко Д.Н., Генералов М.И., Иванов А.С., Кокорин Д.М., Олещук А.Н. Значение оценки периферического сопротивления русла оттока по шкале Рутерфорда для прогнозирования эффективности реваскуляризации у больных с облитерирующими заболеваниями артерий нижних конечностей. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (3): 340–351. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-340-351**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.Поступила 26.07.2024
Принята к печати 30.08.2024

Significance of Rutherford peripheral outflow resistance assessment for prediction of revascularization efficacy in patients with obliterating lower extremity arterial diseases

D.A. Danilova[✉], D.N. Maystrenko, M.I. Generalov, A.S. Ivanov, D.M. Kokorin, A.N. Oleshchuk

Granov Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies, St. Petersburg, Russian Federation

[✉]Darya A. Danilova, Resident Physician; orcid.org/0009-0001-2053-3678, e-mail: danilovadaria4@gmail.com
Dmitriy N. Maystrenko, Dr. Med. Sci., Director; orcid.org/0000-0001-8174-7461

Mikhail I. Generalov, Cand. Med. Sci., Head of Department; orcid.org/0000-0001-8980-5240

Aleksandr S. Ivanov, Cand. Med. Sci., Vascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-3357-5022

Denis M. Kokorin, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-4842-7711

Anna N. Oleshchuk, Cand. Med. Sci., Vascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-8437-1081

Abstract

Objective. To study the results of revascularization operations on the arteries of the femoral-popliteal segment depending of the initial state of peripheral resistance of the outflow pathways.

Material and methods. The study included data from 213 patients who underwent various reconstructive interventions on the femoral-popliteal segment above and below the knee. According to angiography data, 100 (46,9%) of patients initially had good outflow routes, 72 (33,8%) of patients had satisfactory outflow routes and 41 (19,2%) showed a poor condition of the peripheral arterial outflow.

Results. An assessment was made of the dynamics of the primary and cumulative patency of the constructions depending on the nature of the surgical intervention performed and the level of peripheral outflow in groups of patients with "good" (with a score of 1.0 to 4.0), "satisfactory" (with a score of 5.0 to 7.0 points) and "poor" (with a score of 7.5 to 10.0 points) outflow pathways. The data obtained indicate a clear relationship between the level of peripheral vascular resistance and the results of reconstructive operations on the arteries of the lower extremities, which allows us to recommend optimizing the hemodynamic conditions of the outflow bed to increase the patency of vascular structures.

Conclusion. Taking into account the data of assessing the peripheral resistance of the outflow tract according to the Rutherford scale allows us to predict the immediate and long-term results of revascularization in the femoral-popliteal-tibial segment.

Keywords: critical ischemia of the lower extremities, significance of peripheral resistance, results of lower limb revascularization

For citation: Danilova D.A., Maystrenko D.N., Generalov M.I., Ivanov A.S., Kokorin D.M., Oleshchuk A.N. Significance of Rutherford peripheral outflow resistance assessment for prediction of revascularization efficacy in patients with obliterating lower extremity arterial diseases. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (3): 340–351 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-340-351

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

Received July 26, 2024
Accepted August 30, 2024

Введение

Облитерирующие заболевания артерий нижних конечностей нарушают артериальный кровоток и приводят к ишемии, которая обычно проявляется перемежающейся хромотой, дискомфортом или болью в мышцах [1]. Прогрессирование ишемии приводит к развитию критической ишемии нижних конечностей или хронической ишемии, угрожающей потерей конечности [2]. Высокая частота инвалидизации пациентов, прогрессирование степени ишемии (несмотря на проводимое лечение), заканчивающееся потерей конечности у 10–20% больных, связаны с тем, что в случае плохих путей оттока окклюзия шунтов в первые два года после реконструкции наблюдается в 40–55% случаев [3]. Поздняя диагностика заболевания зачастую ведет к критической ишемии нижней конечности [4]. Основная задача лечения заключается в восстановлении кровоснабжения для сохранения конечности, а в идеале – для полного восстановления ее функции. Для этого требуются быстрые, достоверные и воспроизводимые методы диагностики и лечения.

Для лечения пациентов с заболеваниями артерий нижних конечностей применяются различные реконструктивные операции, например открытые хирургические с использованием аутовены, синтетического протеза либо комбинированного трансплантата и/или эндоваскулярные вмешательства с применением ангиопластики и/или стентирования [5–8]. Выбор тактики лечения и вида реконструктивной операции осуществляется на основании данных клинического обследования и анатомии поражений сосудов нижних конечностей [9–13]. Существуют различные классификации анатомических особенностей поражений артерий нижних конечностей, используемые в современных руководствах, основанные на данных цифровой субтракционной катетерной рентгеновской ангиографии [14, 15].

В мировой практике рутинным методом оценки состояния русла оттока является шкала R. Rutherford (1997 г.) и балльная система оценки окклюзионно-стенотического поражения артерий нижних конечностей A. Bollinger (1981 г.). В основе этих шкал – балльная оценка артерий оттока в зависимости от степени

окклюзионно-стенотического поражения артерии и его локализации [14]. Выбор метода реваскуляризации и ее результат напрямую зависят от анатомического расположения, распространенности и сложности поражения артерий нижних конечностей, при этом лечение может быть как эндоваскулярным, так и открытым хирургическим (эндартерэктомия или шунтирование). Кроме того, в настоящее время все больше хирургов отдают предпочтение комбинированным или гибридным методам реваскуляризации [16].

Цель нашего исследования – оценить результаты операций реваскуляризации на артериях бедренно-подколенного сегмента в зависимости от состояния периферического русла.

Материал и методы

Исследование носило ретроспективный характер и было проведено на базе отделения сосудистой хирургии РНЦРХТ им. акад. А.М. Гранова. В исследование вошли данные 213 пациентов (171 (80,3%) мужчина и 42 (19,7%) женщины) от 39 до 89 лет (средний возраст $66 \pm 4,6$ года), ранее перенесших операции на артериях нижних конечностей и наблюдавшихся в Центре в период с декабря 2020 г. по октябрь 2023 г. Так как 29 больных имели повторные госпитализации, в конечном счете были проанализированы данные рентгеноанатомии 484 артерий нижних конечностей.

Критериями включения в исследование были: атеросклеротический генез окклюзи-

онно-стенотического поражения, отсутствие травматических и врожденных сужений артерий нижних конечностей, отсутствие системных заболеваний соединительной ткани и сахарного диабета.

При оценке исходного состояния пациентов учитывались возраст, пол, степень ишемии нижних конечностей (по классификации А.В. Покровского), наличие варикозно расширенных вен нижних конечностей, уровень артериального давления, наличие ишемической болезни сердца, перенесенный в прошлом инфаркт миокарда, вовлечение других экстракраниальных артерий, поражение артерий нижних конечностей и предшествующие артериальные реконструкции. Коморбидное состояние пациентов, вошедших в исследование, отражено в таблице 1.

Гиперлипидемия выявлена у 94 (44,1%) пациентов. Среди больных, вошедших в исследование, курильщиками были 139 (65,3%). Реконструктивные операции на артериях нижних конечностей имелись в анамнезе у 104 (48,8%) пациентов.

Хроническая ишемия нижних конечностей имела место у всех 213 (100%) пациентов, из них у 168 (78,9%) была II степень ишемии, у 36 (16,9%) – III, а у 9 (4,2%) – IV степень хронической ишемии нижних конечностей. Распределение пациентов в зависимости от локализации атеросклеротического поражения артерий нижних конечностей представлено в таблице 2.

Таблица 1

Коморбидное состояние пациентов (n=213)

Заболевание	Число пациентов	
	Абс.	%
Ишемическая болезнь сердца	152	71,4
Перенесенный инфаркт миокарда	38	17,8
Варикозное расширение вен нижних конечностей	58	27,2
Гипертоническая болезнь	202	94,8
Ожирение	10	4,7
Атеросклероз брахиоцефальных артерий	149	70,0
Стеноз почечных артерий	2	0,9
Аневризма аорты	4	1,9
Язвенная болезнь желудка	33	15,5
Фибрилляция предсердий	6	2,8
Хронические обструктивные заболевания легких	35	16,4
Острое нарушение мозгового кровообращения	39	18,3
Онкопатология	26	12,2

Таблица 2

**Характеристика локализации поражений
у больных при облитерирующем
атеросклерозе артерий нижних конечностей
(n=213)**

Локализация поражения	Число больных	
	Абс.	%
Аорто-бедренный сегмент		
одностороннее поражение		
стенотическое	103	48,4
окклюзионное	72	33,8
двустороннее поражение		
стенотическое	6	2,8
окклюзионное	12	5,6
Бедренно-подколенный сегмент		
одностороннее поражение		
стенотическое	11	5,2
окклюзионное	91	42,7
двустороннее поражение		
стенотическое	0	0,0
окклюзионное	8	3,8
Берцовый сегмент		
одностороннее поражение		
стенотическое	11	5,2
окклюзионное	30	14,1
двустороннее поражение		
стенотическое	0	0,0
окклюзионное	1	0,5
Двухэтажные поражения	118	55,4

Всем пациентам была проведена оценка состояния путей оттока по методике, представленной в Российском консенсусе «Рекомендуемые стандарты для оценки результатов лечения пациентов с хронической ишемией нижних конечностей» [17]. При подсчете был учтен вклад каждой артерии оттока в общее сопротивление кровотоку.

В зависимости от балльной оценки состояния путей оттока (суммы баллов) было выделено три группы больных:

- от 1,0 до 4,0 балла – «хорошее состояние»;
- от 5,0 до 7,0 балла – «удовлетворительное состояние»;
- 7,5 до 10,0 балла – «плохое состояние».

Таким образом, 100 (46,9%) пациентов исходно имели хорошие пути оттока (из них 10 (10%) больных нуждались в повторной реваскуляризации), в 72 (33,8%) наблюдениях

определялось удовлетворительное состояние путей оттока (были повторно госпитализированы и прооперированы 14 (19,4%) больных из этой группы), в 41 (19,2%) случае исходно выявлены плохие пути оттока (повторно подвергнуты оперативному вмешательству 9 (21,9%) больных). Как следует из приведенных данных, в группе с плохим руслом оттока повторная реваскуляризация понадобилась в 2 раза чаще, чем у пациентов с хорошим периферическим артериальным руслом.

Распределение пациентов по степени ишемии конечности в зависимости от состояния путей оттока было следующим: при сумме баллов от 1,0 до 4,0: IIb ст. – у 93 (92,1%), III ст. – у 8 (7,9%) больных, IV ст. – не наблюдалась; от 5,0 до 7,0 балла: IIb ст. – у 60 (76,9%), III ст. – у 15 (19,2%), IV ст. – у 3 (3,8%) пациентов; от 7,5 до 10,0 балла: IIb ст. – у 13 (38,2%), III ст. – у 15 (44,2%), IV ст. – у 6 (17,6%) больных. Анализ полученных данных показал, что состояние русла оттока напрямую связано с наличием критической ишемии конечности.

В зависимости от степени поражения каждой артерии присваивались «баллы стеноза» (от 0 до 3,0). В таблице 3 представлены параметры оценки сопротивления артерий русла. При отсутствии поражения или стенозе менее 20% присваивали 0 баллов, при стенозе от 20 до 49% – 1,0 балла, в случаях стенозирования от 50 до 99% – 2,0 балла, а при наличии окклюзии присваивалось 3,0 балла [5, 11].

Принципы учета баллов выраженности поражения для берцового сегмента представлены в таблице 4. На общее периферическое сопротивление дополнительно прибавляется 1,0 балла.

При оценке поражения артериального оттока стопы (табл. 5) 3,0 балла присваивается при отсутствии визуализации артерий, 2,0 балла – при прослеживаемой целевой артерии и отсутствии видимой глубокой подошвенной дуги, в случаях наличия одного или нескольких субкритических стенозов в нецелевой артерии присваивается 1,0 балла, при отсутствии поражения артерий стопы или стенозе менее 20% – 0 баллов.

Баллы, полученные при оценке локализации и выраженности поражения, умножаются, а в случаях наличия нескольких артерий оттока складываются между собой. К полученному числу прибавляется один балл «базового» со-

Таблица 3

Оценка сопротивления артерий русла оттока в зависимости от выраженности окклюзионно-стенотического процесса

Артерии оттока	Количество баллов, присваиваемых артериям оттока в зависимости от выраженности поражения и создаваемого сопротивления				
	3,0	2,5	2,0	1,0	0
Крупные артерии оттока	Окклюзия на всем протяжении	Окклюзия на протяжении менее чем 1/2 длины	Стеноз от 50 до 99%	Стеноз от 20 до 49%	Стеноз менее 20%
Анастомозы между передней и задней берцовыми артериями и малоберцовой артерией	Обе коллатеральные ветви окклюзированы	—	Одна из ветвей окклюзирована	Обе коллатеральные ветви проходимы	—
Пути оттока на стопе	Нет проходимых артерий стопы	Артерии частично проходимы	Артерии полностью проходимы, но дуга стопы разомкнута	Один или несколько критических стенозов ветвей основной артерии	Полностью проходимая стопная дуга (стеноз до 20%)

Таблица 4

Расчет выраженности (в баллах) поражения артерий голени

Сопротивление/стеноз, баллы	Степень стеноза, %
0	0–19
1,0	20–49
2,0	50–99
3,0	Окклюзия

Таблица 5

Расчет выраженности (в баллах) поражения артерий стопы

Количество баллов	Характеристика
0	Артерии стопы видны, стеноз 0 – 19%
1,0	Целевая артерия и глубокая подошвенная артерия видны, субкритические стенозы нецелевой артерии
2,0	Целевая артерия видна, не видна глубокая подошвенная артерия
3,0	Нет видимых артерий

противления, так как даже полностью проходимое дистальное русло создает препятствие на путях оттока. Максимально возможное значение сопротивления, равное 10,0 балла, будет в случаях окклюзии путей оттока, а при отсутствии поражений и стенозах менее 20%

будет минимально возможное значение, равное 1,0 балла. Таким образом, вклад каждого окклюзионно-стенотического поражения в величину периферического сопротивления зависит от относительного значения артерии для регионального кровообращения. Приведем пример расчета баллов периферического сосудистого сопротивления.

Пациентка О., 82 года, диагноз: атеросклероз подвздошных артерий, состояние после баллонной ангиопластики (БАП) левой наружной подвздошной артерии (НПА), БАП и стентирования левой поверхностной бедренной артерии (ПБА) и подколенной артерии (ПКА) от 2021 г., окклюзия ПБА слева, стеноз передней большеберцовой артерии (ПББА), окклюзия малоберцовой артерии (МБА), задней большеберцовой артерии (ЗББА) слева. Хроническая артериальная недостаточность III ст. по А.В. Покровскому (рис. 1). По данным интраоперационного ангиографического исследования: левая ПБА – стентирована на всем протяжении, окклюзирована на всем протяжении в стентах; ПКА – диффузно изменена на всем протяжении до степени субокклюзии; ПББА – стеноз устья 70%; МБА – доминантная, на стопе плантарная артерия не определяется, окклюзирована на всем протяжении; ЗББА – окклюзирована на всем протяжении. Определяем баллы периферического сопротивления русла оттока. В данном случае отток осуществляется по одной магистральной артерии, вследствие

чего ей присваивается 2,0 балла сопротивления. При наличии на пути оттока по единственной магистральной артерии 70% стеноза устья присваиваем ей 1,0 балла сопротивления. Оклюзированным МБА и ЗББА присваиваем по 3,0 балла. Далее баллы локализации артерий оттока и баллы поражения умножаются, в случаях наличия нескольких артерий оттока складываются между собой. К полученному числу прибавляется один балл «базового» сопротивления. Итого получаем: $2,0 \times 1 + 3,0 + 3,0 + 1,0 = 9,0$.

Для удобства оперирования результатами оценки периферического сосудистого сопротивления нами была использована балльная система оценки путей оттока Рутерфорда–Покровского в модификации А.Л. Маслова [14]. Согласно этой системе оценки, периферическое сосудистое сопротивление менее 5,0 балла считали низким, а более 6,0 – высоким.

Всем пациентам проводилось обязательное клинико-инструментальное обследование в соответствии с требованиями стандартов обследования пациентов с поражениями артерий нижних конечностей, которое включало: сбор жалоб и анамнеза, физикальный осмотр с оценкой пульсации артерий нижних конечностей, лабораторное обследование (общий анализ крови, общий анализ мочи, биохимический анализ с определением уровня глюкозы, креатинина, мочевины, холестерина, триглицеридов, коагулограмма крови), инструментальное обследование (электрокардиография,

ультразвуковое дуплексное сканирование (УЗДС) артерий нижних конечностей и брахиоцефальных артерий). Прочие методы обследования выполнялись по показаниям.

На основании жалоб устанавливали степень хронической ишемии нижних конечностей по А.В. Покровскому. В ходе сбора анамнеза выявляли наличие сопутствующих заболеваний и факторов риска, которые могли оказать влияние на конечный результат вмешательств.

Оценка исходного состояния, результатов оперативного лечения в послеоперационном периоде и в последующих контрольных точках наблюдения проводилась при помощи УЗДС, сочетающего в себе визуализацию в В-режиме и спектр доплеровского сдвига частот.

В исследование входили последовательное изучение с обеих сторон анатомического хода артерий нижних конечностей, визуализация просвета, оценка состояния стенки, характера и показателей кровотока артерий нижних конечностей с использованием линейных датчиков с частотой излучения 7,5 – 12 МГц.

Атеросклеротический характер поражения диагностировался на основании регистрации локального утолщения внутренней и средней оболочек артерии в сочетании с эхогенными образованиями, выступающими в её просвет (измерение в миллиметрах).

При оценке степени сужения артерии измерения проводились как в продольной, так и по-

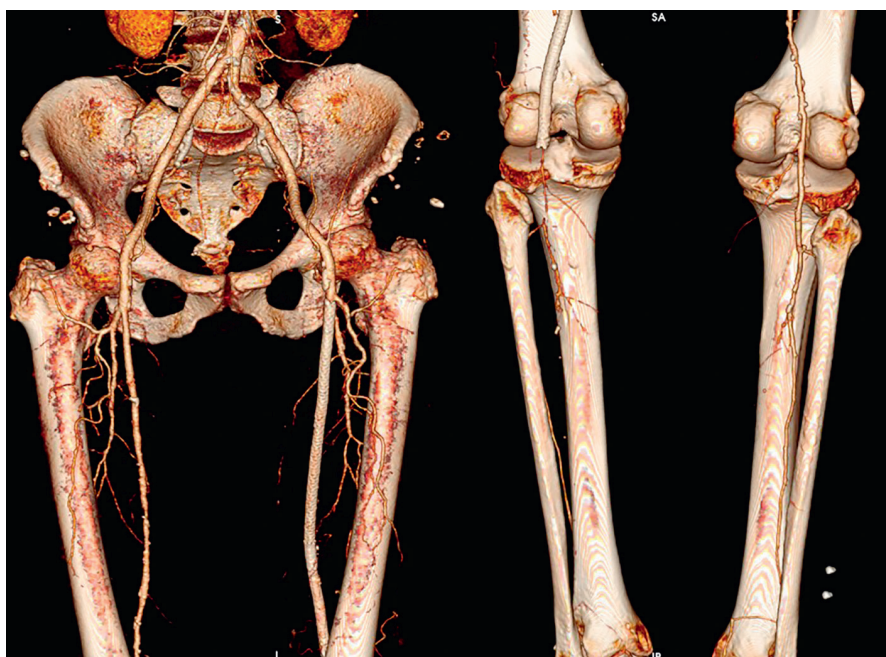


Рис. 1. 3D-реконструкция артерий нижних конечностей пациентки О., 82 лет

перечной плоскости сканирования. По данным анализа спектра доплеровского сдвига частот было выявлено, что для стенотического поражения до 70% (у 22 (10,3%) пациентов) характерно расширение спектра с заполнением окна под систолическим пиком с превышением систолической скорости кровотока 100 см/с, при 75–90% (у 164 (77,0%) больных) – дополнительно регистрируются отрицательные значения доплеровского сдвига частот и превышение систолической скорости кровотока более 100 см/с, при стенозах более 90–95% (в 36 (16,9%) случаях) регистрируется значительное снижение скорости кровотока и деформация кривой спектра за бляшкой. Критериями окклюзии артерии (у 97 (45,5%) больных) являются наличие неоднородных гипозоногенных масс в её просвете, отсутствие окрашивания в режиме цветового дуплексного сканирования, отсутствие кровотока в режиме спектра доплеровского сдвига частот.

В ближайшем послеоперационном периоде УЗДС проводилось для оценки технического успеха рентгенэндоваскулярной и/или открытой реконструкции артерий нижних конечностей, изучения возможных дефектов вмешательства, таких как резидуальный стеноз, неполное прилегание стента, диссекция интимы, тромбоз, а также было стартовой точкой для мониторингирования состояния имплантированного стента.

В отдаленном периоде наблюдения через 3, 6 и 12 мес после операции при помощи УЗДС мы оценивали проходимость зоны реконструкции, наличие возможного повторного окклюзионно-стенотического поражения реконструированной артерии.

У всех пациентов перед вмешательством была выполнена компьютерная томографическая ангиография.

Показанием к оперативному вмешательству было наличие ишемии конечности IIb, III или IV стадий. Объем операции определялся в зависимости от характера поражения магистральных артерий нижних конечностей и соматического состояния пациента.

Реконструкция артерий нижних конечностей выполнялась с применением текстильных (Intergard – у 12, Bard – у 2 пациентов), политетрафторэтиленовых (GoreTex – у 1, Maxiflo – у 1, Vascutek – у 1) сосудистых протезов, с использованием аутовены (в 2 случаях), методом открытой и полужакрытой петлевой

эндартерэктомии (у 54 пациентов), а также с применением рентгенэндоваскулярных вмешательств (в 192 случаях).

Эндоваскулярные вмешательства осуществляли по стандартной методике, с болюсным введением гепарина в расчете на единицу массы тела пациента.

Подбор баллонного катетера и размера стента выполнялся на основании измерения диаметра артерии на поражённом участке с помощью программного обеспечения ангиографического комплекса. В ряде случаев проведена баллонная ангиопластика без установки стента.

Были имплантированы баллонорасширяемые стенты Visi-Pro (n=7), Express LD Vascular (n=5), Isthmus Logic (n=3) и/или саморасширяющиеся стенты E-Luminexx (n=2), EasyHiflupe Carbostent (n=19), SMART (n=3), ZilverFlex (n=22), Protégé GPS (n=9), Protégé Everflex (n=78), Heliflex (n=2), LifeStent (n=1), Supera (n=1), Covera Plus (n=1), WALLSTENT (n=1), саморасширяющийся стент с лекарственным покрытием ELUVIA (n=5), стент-графты баллонорасширяющиеся LifeStream (n=6), Fluency (n=2), саморасширяющиеся Fluency Plus (n=3), Acura (n=1), Covera (n=3).

Использованы баллоны Ultraverse (n=54), Admiral Xtreme (n=60), Mustang (n=77), Dorado (n=11), ClearStream (n=2), Invatec Amphirior Deep (n=3), TurboHawk LX-M (n=1), TurboHawk SX-C (n=3), Ranger (n=1), ReeKross (n=1), Coyote (n=2), Reliant (n=1), баллон с лекарственным покрытием Admiral IN PACT (n=1).

Для выполнения эндоваскулярного вмешательства применяли пункцию бедренной артерии по методу Seldinger. При отсутствии проходимости подвздошного сегмента пунктировали ПББА, МБА, ЗББА, бранши бедренно-подколенного шунта, лучевую артерию. Для выполнения открытой реконструкции применяли лапаротомию, забрюшинный доступ по Пирогову, латеральный доступ в верхней трети бедра.

В начале операции выполняли субтракционную ангиографию по стандартной методике с целью оценки степени, протяженности и характера поражения. В ходе вмешательства она использовалась для контроля его проведения, для предупреждения и диагностики возможных осложнений. На заключительном этапе ее проводили для оценки технического успеха

операции. Степень поражения и остаточные изменения определяли с помощью базового программного обеспечения ангиографического комплекса Veradius Unity (Philips).

Все пациенты были разделены на группы по характеру выполненных оперативных вмешательств (табл. 6).

Во время вмешательства и после него всем пациентам проводилась комплексная медикаментозная терапия, направленная на улучшение реологических свойств крови и коррекцию сопутствующих заболеваний у больного. Всем пациентам назначалась двойная антиагрегантная терапия в виде препаратов ацетилсалициловой кислоты 100 мг/сут и клопидогрела 75 мг/сут. Антикоагулянтная терапия в послеоперационном периоде проводилась гепарином 5 тыс. ЕД через каждые 6 ч либо низкомолекулярными гепаринами в дозе 0,6 мл 2 раза в сутки в течение 4 дней.

Пациенты находились под наблюдением от 1,5 до 3 лет (средний период наблюдения $2,3 \pm 0,8$ года). При оценке отдаленных результатов учитывались проходимость имплантированного стента либо протеза, летальность, частота сохранения конечности.

Для оценки результатов проведенных оперативных вмешательств в отдаленные сроки использовали метод Каплана–Мейера.

Результаты

Всего было выполнено 270 оперативных вмешательств. В 100% случаев непосредственно после оперативного вмешательства достигнут ангиографический и клинический успех. У всех пациентов симптомы ишемии нижних конечностей регрессировали. По данным УЗДС в послеоперационном периоде, характер кровотока артерий нижних конечностей – магистральный.

Анализ клинических данных выявил зависимость ближайших результатов реваскуляризации артерий нижних конечностей от исходной величины (балла) оттока.

Первичная эффективность реваскуляризации в ранние сроки после операции у больных с дооперационным оттоком от 1,0 до 7,0 балла составила 92,9%. При дальнейшем анализе прослеживалась связь между величиной (баллом) оттока и развитием тромботических осложнений и/или реокклюзии. Так, у большинства пациентов, обратившихся повторно, средний балл периферического сопротивления составил 6,0; при этом наибольшее число повторно госпитализированных пациентов находилось в группе с оттоком 7,0 – 10,0 балла. Полученные данные показали высокую частоту сохраненных конечностей (97,8%) у боль-

Таблица 6

Распределение пациентов в зависимости от вида оперативного вмешательства (n=270)

Вид оперативного вмешательства	Количество вмешательств	
	Абс.	%
Баллонная ангиопластика	32	11,85
Стентирование	36	13,3
Сочетание баллонной ангиопластики и стентирования	88	32,6
Аортобедренное шунтирование	6	2,2
Открытая эндартерэктомия	8	3,0
Полузакрытая петлевая эндартерэктомия	10	3,7
Подвздошно-бедренное шунтирование	6	2,2
Бедренно-подколенное шунтирование	6	2,2
Эндоваскулярная прямая атерэктомия	4	1,5
Ротационная атерэктомия	1	0,4
Сочетание тромбэктомии и баллонной ангиопластики	11	4,1
Сочетание баллонной ангиопластики, стентирования и открытой эндартерэктомии	36	13,3
Реолитическая тромбэктомия	7	2,6
Дистальная артериовенозная фистула	3	1,1
Ревизия послеоперационной раны с ушиванием дефекта стенки артерии	5	1,9
Открытая тромбэктомия	11	4,1

ных с оттоком менее 7,0 балла, ампутация была выполнена в 1 случае, отток составил 9,0 балла. Выявлена взаимосвязь между уровнем периферического сосудистого сопротивления и результатами реконструктивных операций на артериях нижних конечностей, что позволяет рекомендовать оптимизацию гемодинамических условий русла оттока для повышения проходимости сосудистых конструкций.

Осложнения возникли у 20 (9,4%) пациентов: в группе с хорошими путями оттока – 3 (15%) случая пульсирующих гематом в месте доступа, что потребовало ушивания дефекта стенки артерии, 1 случай тромбоза артерий нижних конечностей; в группе с удовлетворительными путями оттока – 2 (10%) случая постпункционных гематом, 9 (45%) тромбозов, у 1 пациентки выявлена ранняя спаечная болезнь брюшной полости; в группе с плохими путями оттока – 3 (15%) случая тромбоза, у 1 больного возникла флегмона стопы. Интраоперационно тромбоз контралатерального сегмента выявлен у 1 пациента, в течение

1-го часа после операции – 1 случай тромбоза артерий нижних конечностей, на 1-е сутки – 2, на 2-е сутки – 1, на 3-и сутки – 1, на 5-е сутки – 1, на 6-е сутки – 2, на 7-е сутки – 2, на 14-е сутки – 1 случай.

Отдалённые результаты лечения были изучены у всех пациентов.

На рисунке 2 представлена динамика первичной и кумулятивной проходимости конструкций в зависимости от характера выполненного оперативного вмешательства у пациентов с хорошим руслом оттока. Периферическое сосудистое сопротивление оперированной конечности в данной группе составило от 1,0 до 4,0 балла.

На рисунке 3 приведена динамика первичной и кумулятивной проходимости конструкций в зависимости от характера выполненного оперативного вмешательства у пациентов с удовлетворительным руслом оттока. Периферическое сосудистое сопротивление в этой группе составило от 5,0 до 7,0 балла.

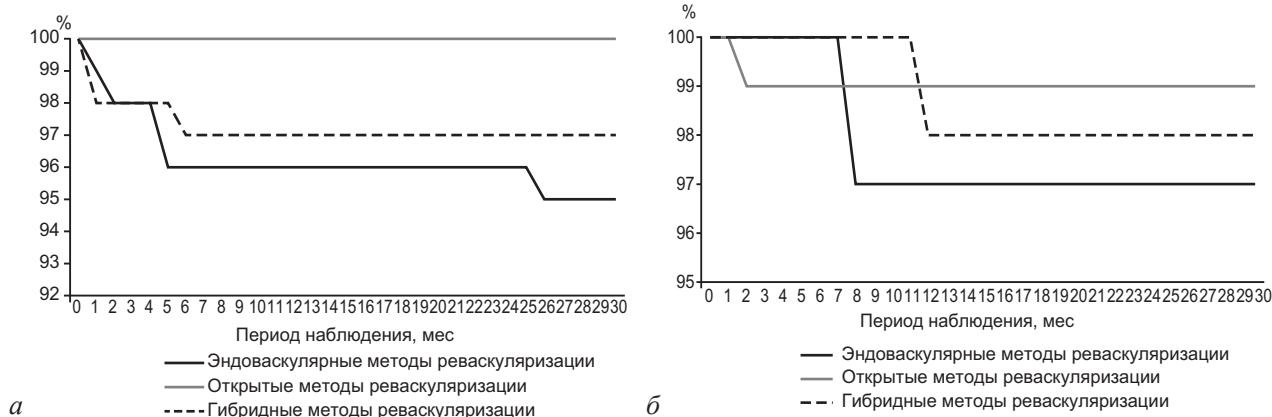


Рис. 2. Первичная (а) и кумулятивная (б) проходимость конструкций у пациентов с хорошим руслом оттока в зависимости от вида оперативных вмешательств

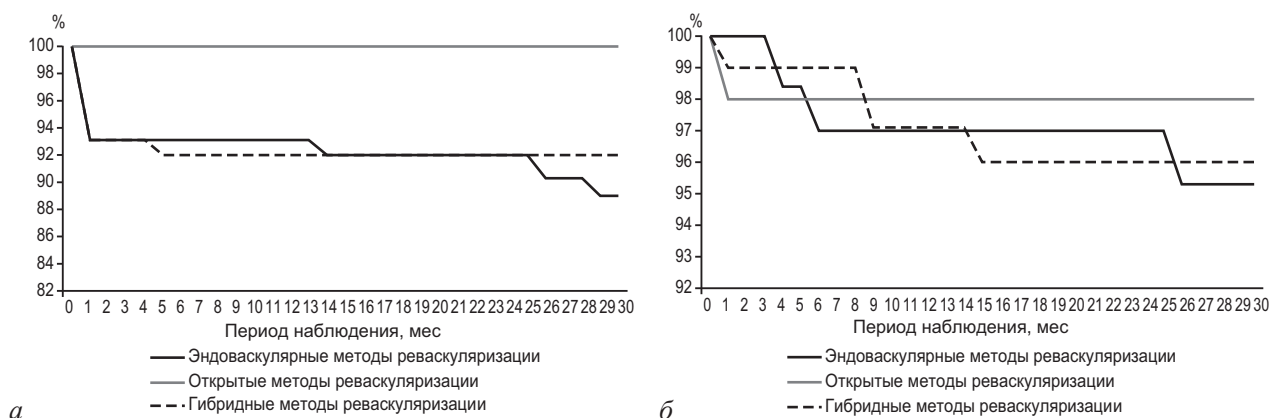


Рис. 3. Первичная (а) и кумулятивная (б) проходимость конструкций у пациентов с удовлетворительным руслом оттока в зависимости от вида оперативных вмешательств

На рисунке 4 представлена динамика первичной и кумулятивной проходимости конструкций у пациентов с плохим руслом оттока в зависимости от характера выполненного оперативного вмешательства. В данной группе периферическое сосудистое сопротивление в оперированной конечности составило от 7,5 до 10,0 балла.

Исходя из полученных данных, первичная и кумулятивная проходимость была достоверно выше у пациентов с хорошим руслом оттока. У больных, которым были выполнены эндоваскулярные (баллонная ангиопластика, стентирование, эндоваскулярная прямая атерэктомия, реолитическая тромбэктомия и их сочетание) вмешательства, первичная и кумулятивная проходимость конструкций составила 95 и 97% к 30 мес наблюдения. У пациентов, перенесших открытые (аортобедренное, подвздошно-бедренное, бедренно-подколенное шунтирование, открытая эндартерэктомия, полужакрытая петлевая эндартерэктомия) методы реваскуляризации, к 30 мес наблюдения функционировали 100 и 99% конструкций. У больных, которым были выполнены гибридные (сочетание баллонной ангиопластики, стентирования и открытой эндартерэктомии, сочетание тромбэктомии и баллонной ангиопластики) вмешательства, к 30 мес наблюдения были проходимыми 97 и 98% конструкций соответственно.

При анализе данных в группе больных с удовлетворительным руслом оттока было выявлено, что первичная и кумулятивная проходимость составила 100 и 98% к 30 мес наблюдения у пациентов, перенесших открытые вмешательства. У больных, которым выпол-

нены гибридные методы реваскуляризации, к 30 мес наблюдения были проходимыми 92 и 96% конструкций. У пациентов, перенесших эндоваскулярные вмешательства, к 30 мес наблюдения функционировали 89 и 95% конструкций соответственно.

В группе пациентов с плохим руслом оттока первичная и кумулятивная проходимость была достоверно ниже, чем в остальных представленных группах. У больных, которым выполнены открытые методы реваскуляризации, первичная и кумулятивная проходимость конструкций составила 93 и 95% к 30 мес наблюдения. У пациентов, перенесших гибридные вмешательства, к 30 мес наблюдения функционировали 95 и 90% конструкций. В группе больных, которым были выполнены эндоваскулярные методы реваскуляризации, к 30 мес наблюдения были проходимыми 88 и 92% конструкций соответственно, что обусловлено, по-видимому, особенностями исходной анатомической ситуации.

Обсуждение

При анализе зависимости первичной и кумулятивной проходимости сосудистых конструкций от уровня периферического сопротивления было выявлено, что у пациентов с высоким уровнем периферического сопротивления наблюдаются худшие результаты проходимости конструкций, чем у больных с низким периферическим сопротивлением, независимо от вида выполненного оперативного вмешательства.

Следует отметить, что недостатком данного метода оценки периферического сосудистого сопротивления в зависимости от ве-

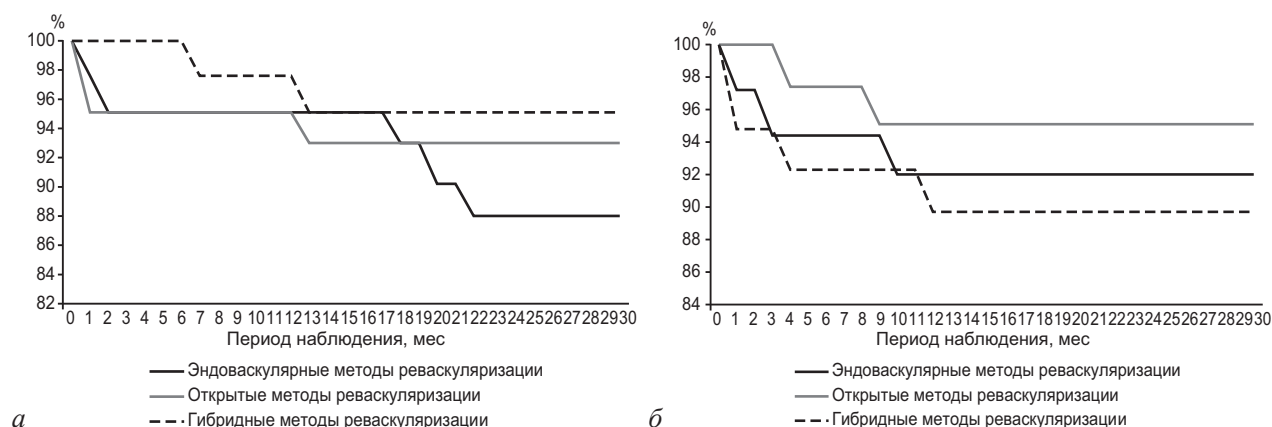


Рис. 4. Первичная (а) и кумулятивная (б) проходимость конструкций у пациентов с плохим руслом оттока в зависимости от вида оперативных вмешательств

личины (балла) оттока является зависимость результатов от качества ангиограмм и опыта исследователя. В повседневной практике, как правило, не учитывается состояние коллатерального русла оттока, которое имеет определяющее значение при реваскуляризации бедренно-подколенного сегмента. Наличие хотя бы одной коллатеральной артерии от подколенной артерии до середины голени, функционирующие анастомозы между малоберцовой и большеберцовой артериями в нижней трети голени позволяют выбрать оптимальные способы восстановления кровотока в нижних конечностях.

Заключение

Подводя итоги проведенных исследований, следует отметить, что при выборе вида вмешательства учитывается коморбидный фон, наличие трофических нарушений на нижних конечностях. Часто гибридные и эндоваскулярные вмешательства вынуждены выполнять пациентам с выраженной сопутствующей патологией, наличием некрозов и трофических язв, что в определенной мере обуславливает отдаленные результаты реваскуляризации.

Хочется отметить, что при выборе метода реваскуляризации артерий нижних конечностей и прогнозе эффективности операции у соматически сохранных пациентов прежде всего необходимо обращать внимание на состояние артерий периферического русла и значения периферического сопротивления русла оттока. Локализация поражения артерии в меньшей степени влияет на результат лечения, чем состояние русла оттока и уровень периферического сосудистого сопротивления.

Оценка периферического сопротивления путей оттока по шкале Рутерфорда позволяет прогнозировать ближайшие и отдаленные результаты реваскуляризации на бедренно-подколенно-тибиальном сегменте.

Литература/References

1. Калинин Р.Е., Сучков И.А., Чобанян А.А. Перспективы прогнозирования течения облитерирующего атеросклероза артерий нижних конечностей. *Наука молодых*. 2019; 2 (7): 274–282. DOI: 10.23888/HMJ201972274-282
2. Калинин Р.Е., Сучков И.А., Чобанян А.А. Prospects for predicting the course of obliterating atherosclerosis of the arteries of the lower extremities. *Science of the Young*. 2019; 2 (7): 274–282 (in Russ.). DOI: 10.23888/HMJ201972274-282
3. Светликов А.В., Ишпулаева Л.Э. Современная стратегия улучшения отдаленных результатов хирургического

лечения заболеваний периферических артерий. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2020; 26 (4): 23–31. DOI:10.33529/ANGIO2020423

Svetlikov A.V., Ishpulaeva L.E. Modern strategy to improve remote results of surgical treatment of peripheral artery disease. *Angiology and Vascular Surgery*. 2020; 26 (4): 23–31 (in Russ.). DOI:10.33529/ANGIO2020423

3. Покровский А.В., Яхонтов Д.И. Значение оценки путей оттока при бедренно-тибиальных реконструкциях. *Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова*. 2013; 21 (4): 104–112. DOI: 10.17816/PAVLOVJ20134104-112
- Pokrovskij A.V., Jahontov D.I. Importance of outflow tract assessment in femorotibial reconstructions. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2013; 21 (4): 104–112 (in Russ.). DOI: 10.17816/PAVLOVJ20134104-112
4. Априсян А.Ю. Организация хирургического лечения заболеваний артерий нижних конечностей. *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики*. 2022; 4: 361–377. DOI: 10.24412/2312-2935-2022-4-361-377
- Apresjan A.Ju. Organization of surgical treatment of diseases of the arteries of the lower extremities. *Current Problems of Health Care and Medical Statistics*. 2022; 4: 361–377 (in Russ.). DOI: 10.24412/2312-2935-2022-4-361-377
5. Гороховский С.Ю., Лызиков А.А., Каплан М.Л., Тихманович В.Е. Эффективность эндоваскулярной коррекции выраженных степеней хронических облитерирующих заболеваний нижних конечностей при многоуровневых поражениях. *Проблемы здоровья и экологии*. 2020; 1 (63): 14–20. DOI: 10.51523/2708-6011.2020-17-1-3
- Gorohovskij S.Ju., Lyzikov A.A., Kaplan M.L., Tihmanovich V.E. The effectiveness of endovascular correction of severe degrees of chronic obliterating diseases of the lower extremities with multi-level lesions. *Health and Ecology Issues*. 2020; 1 (63): 14–20 (in Russ.). DOI: 10.51523/2708-6011.2020-17-1-3
6. Крепкогорский Н.В., Бредихин Р.А. Результаты операции реконструкции тibiоперонеального ствола при распространенном атеросклерозе. *Инновационная медицина Кубани*. 2023; 2: 13–20. DOI: 10.35401/2541-9897-2023-26-2-13-20
- Krepkogorskij N.V., Bredihin R.A. Results of surgery for reconstruction of the tibioperoneal trunk in widespread atherosclerosis. *Innovative Medicine of Kuban*. 2023; 2: 13–20 (in Russ.). DOI: 10.35401/2541-9897-2023-26-2-13-20
7. Матюшкин А.В., Лобачев А.А. Методы улучшения результатов применения синтетического протеза в подколенно-берцовом сегменте при критической ишемии конечности. *Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова*. 2020; 28 (2): 200–212. DOI: 10.23888/PAVLOVJ2020282200-212
- Matjushkin A.V., Lobachev A.A. Methods for improving the results of using a synthetic prosthesis in the popliteal tibial segment in critical limb ischemia. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2020; 28 (2): 200–212 (in Russ.). DOI: 10.23888/PAVLOVJ2020282200-212
8. Покровский А.В., Бокерия Л.А. Национальные рекомендации по диагностике и лечению заболеваний артерий нижних конечностей. М.; 2019: 89. http://www.angiolsurgery.org/library/recommendations/2019/recommendations_LLA_2019.pdf (дата обращения 19.05.2024)
- Pokrovskiy A.V., Bockeria L.A. National recommendations for the diagnosis and treatment of diseases of the arteries of

- the lower extremities. Moscow; 2019: 89 (in Russ.). http://www.angiolsurgery.org/library/recommendations/2019/recommendations_LLA_2019.pdf (accessed 19 May 2024).
9. Гайворонский И.В., Родионов А.А., Анохин Д.Ю., Янишевский А.В. Вариантная анатомия артерий тыла стопы и их топографо-анатомические отношения с костями и суставами. *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2017; 2 (58): 109–114. DOI: 10.17816/brmma623243
Gajvoronskij I.V., Rodionov A.A., Anohin D.Ju., Janishevskij A.V. Variant anatomy of the arteries of the dorsum of the foot and their topographic-anatomical relationships with bones and joints. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2017; 2 (58): 109–114 (in Russ.). DOI: 10.17816/brmma623243
 10. Cvetic V., Sagic D., Koncar I. Kovacevic V., Radmili O., Antonic Z. et al. Endovascular treatment of different types of iliac occlusions – results from an observational study. *PLoS One*. 2019; 14 (10): e0222893. DOI: 10.1371/journal.pone.0222893
 11. Абушов Н.С., Зейналова З.Г., Косаев Дж.В., Ахмедов М.Б., Намазов И.Л., Гулиев Р.А. и др. Критическая ишемия нижних конечностей: современные аспекты диагностики и лечения. *Московский хирургический журнал*. 2021; 3 (77): 57–67. DOI: 10.17238/2072-3180-2021-3-57-67
Abushov N.S., Zejnalova Z.G., Kosaev D.V., Ahmedov M.B., Namazov I.L., Guliev R.A. et al. Critical ischemia of the lower extremities: modern aspects of diagnosis and treatment. *Moscow Surgical Journal*. 2021; 3 (77): 57–67 (in Russ.). DOI: 10.17238/2072-3180-2021-3-57-67
 12. Казаков Ю.И., Лукин И.Б. Система оценки состоятельности русла оттока для определения возможности выполнения бедренно-подколенного шунтирования в изолированный артериальный сегмент у больных с критической ишемией. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2014; 7 (5): 30–34.
Kazakov Ju.I., Lukin I.B. A system for assessing the consistency of the outflow channel to determine the possibility of performing femoropopliteal bypass to an isolated arterial segment in patients with critical ischemia. *Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery*. 2014; 7 (5): 30–34 (in Russ.).
 13. Покровский А.В., Дан В.Н., Чупин А.В., Харазов А.Ф. Можно ли предсказать исход реконструктивной операции у больных с ишемией нижних конечностей на основании дооперационных исследований. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2002; 8 (3): 102–109.
Pokrovskij A.V., Dan V.N., Chupin A.V., Harazov A.F. Is it possible to predict the outcome of reconstructive surgery in patients with lower limb ischemia based on preoperative studies. *Angiology and Vascular Surgery*. 2002; 8 (3): 102–109 (in Russ.).
 14. Маслов А.Л., Зотиков А.Е. Балльная оценка сопротивления оттока при поражениях бедренно-подколенных артерий с помощью МСКТ-ангиографии. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (2): 90–102. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-2-90-102
Maslov A.L., Zotikov A.E. Score assessment of outflow resistance in lesions of the femoropopliteal arteries using MSCT angiography. *Medical Visualization*. 2017; 21 (2): 90–102 (in Russ.). DOI: 10.24835/1607-0763-2017-2-90-102
 15. Маслов А.Л., Кармазановский Г.Г., Басирова Н.М., Харазов А.Ф., Варава А.Б. Сравнение информативности КТ и катетерной ангиографии в оценке степени и протяженности поражений артерий голени у больных с критической ишемией нижних конечностей. *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2021; 15 (4): 28–35. DOI: 10.25512/DIR.2021.15.4.02
Maslov A.L., Karmazanovskij G.G., Basirova N.M., Harazov A.F., Varava A.B. Comparison of the information content of CT and catheter angiography in assessing the degree and extent of damage to the arteries of the leg in patients with critical ischemia of the lower extremities. *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2021; 15 (4): 28–35 (in Russ.). DOI: 10.25512/DIR.2021.15.4.02
 16. Нелипович Е.В., Янушко В.А., Климчук И.П. Гибридный метод реваскуляризации в лечении критической ишемии нижних конечностей. *Новости хирургии*. 2020; 1 (28): 92–99. DOI: 10.18484/2305-0047.2020.1.92
Nelipovich E.V., Janushko V.A., Klimchuk I.P. Hybrid method of revascularization in the treatment of critical ischemia of the lower extremities. *Novosti Khirurgii*. 2020; 1 (28): 92–99 (in Russ.). DOI: 10.18484/2305-0047.2020.1.92
 17. Рекомендуемые стандарты для оценки результатов лечения пациентов с хронической ишемией нижних конечностей. Российский консенсус. М.; 2005.
Recommended standards for assessing the results of treatment of patients with chronic ischemia of the lower extremities. Russian consensus. Moscow; 2005 (in Russ.).

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.145./146-089.819.1

Повторные эндоваскулярные вмешательства на центральных венах у пациентов, находящихся на программном гемодиализе

Б.И. Шайхутдинов¹✉, В.М. Сысоев¹, Н.М. Фоминых¹, С.А. Абугов^{2,3}, С.В. Романенко⁴, А.И. Габараев⁵

¹ ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Российская Федерация

² ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского», Москва, Российская Федерация

³ ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

⁴ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», Москва, Российская Федерация

⁵ ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова», Москва, Российская Федерация

✉ Шайхутдинов Булат Ильдарович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-1791-1711, e-mail: bulat.schaihutdinov@mail.ru

Сысоев Виталий Михайлович, канд. мед. наук, заведующий отделением; orcid.org/0000-0001-8013-3580

Фоминых Наталья Михайловна, заведующий отделением; orcid.org/0000-0002-6927-3205

Абугов Сергей Александрович, д-р мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, заведующий отделением; orcid.org/0000-0001-7636-4044

Романенко Станислав Вадимович, ординатор; orcid.org/0000-0003-0980-8818

Габараев Артур Иванович, ординатор; orcid.org/0009-0001-5805-8905

Резюме

Цель исследования – оценить влияние срочности лечения на выполнимость повторных эндоваскулярных вмешательств на центральных венах у пациентов, находящихся на программном гемодиализе.

Материал и методы. В ретроспективное исследование включены 54 пациента. Они разделены на две группы согласно сроку от рецидива дисфункции сосудистого доступа до оперативного лечения: до 1 мес (1-я группа), более 1 мес (2-я группа). По большинству клинических и ангиографических характеристик группы были сопоставимы. Пациенты более чем с двумя вмешательствами в анамнезе чаще встречались в 1-й группе, чем во 2-й (28,6 и 7,7%). Во 2-й группе оказалось больше окклюзионных поражений, чем в первой (76,9 и 39,3%).

Результаты. Выполнение оперативного лечения было определено прохождением проводника через область поражения, что удалось у большего числа пациентов 1-й группы, чем 2-й (100 и 84,6%). Во 2-й группе, в отличие от 1-й, применялась sharp-реканализация (в 19,2%). Также во 2-й группе большему числу пациентов устанавливали стенты или стент-графы (34,6 и 17,9%).

Заключение. Выполнение повторного эндоваскулярного лечения центральных вен в течение 1 мес от рецидива связано с большей частотой успеха, меньшей потребностью в sharp-реканализации и стентировании.

Ключевые слова: баллонная ангиопластика, стенозы вен, окклюзии вен, дисфункция сосудистого доступа, программный гемодиализ

Для цитирования: Шайхутдинов Б.И., Сысоев В.М., Фоминых Н.М., Абугов С.А., Романенко С.В., Габараев А.И. Повторные эндоваскулярные вмешательства на центральных венах у пациентов, находящихся на программном гемодиализе. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (3): 352–359. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-352-359

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 16.06.2024
Принята к печати 10.08.2024

Repeated endovascular interventions on central veins in hemodialysis patients

B.I. Shaykhutdinov¹✉, V.M. Sysoev¹, N.M. Fominykh¹, S.A. Abugov^{2,3}, S.V. Romanenko⁴, A.I. Gabaraev⁵

¹ Moscow City Clinical Hospital named after S.S. Yudin, Moscow, Russian Federation

² Petrovskiy Russian Research Center of Surgery, Moscow, Russian Federation

³ Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russian Federation

⁴ Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

⁵ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

✉ **Bulat I. Shaykhutdinov**, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-1791-1711

Vitaliy M. Sysoev, Cand. Med. Sci., Head of Department; orcid.org/0000-0001-8013-3580

Natalya M. Fominykh, Head of Department; orcid.org/0000-0002-6927-3205

Sergey A. Abugov, Dr. Med. Sci., Professor, Corresponding Member of RAS, Head of Department; orcid.org/0000-0001-7636-4044

Stanislav V. Romanenko, Resident Physician; orcid.org/0000-0003-0980-8818

Artur I. Gabaraev, Resident Physician; orcid.org/0009-0001-5805-8905

Abstract

Objective. The purpose of this study was to investigate the impact of the delay between access dysfunction recurrence and treatment on the success rate of repeated endovascular interventions on central veins in patients receiving hemodialysis.

Material and methods. A retrospective analysis of a cohort of 54 patients who required repeat endovascular procedures on central venous lesions was conducted. The patients were divided into two groups based on the time of intervention: those who underwent surgery one month after recurrence of access issues (group 1) and those with surgery more than one month later (group 2). The groups were comparable in terms of most clinical and angiographic characteristics. Group 1 had a higher proportion of patients with more than two previous interventions (28.6%) compared to group 2 (7.7%), and group 2 had more patients with total occlusions (76.9%) compared to group 1 (39.3%).

Results. The possibility of endovascular intervention was determined by the successful passage of a guidewire through the lesion. This was achieved in a higher percentage of patients in the first group compared to the second group (100% versus 84.6%). Additionally, some of patients in group 2 required sharp recanalization (19.2%), compared to none in group 1. Besides, more patients in group 2 received stent or stent graft implantation (17.9%), compared to those in group 1 (34.6%).

Conclusion. Based on these findings, it can be inferred that repeated endovascular interventions within a month after the recurrence of hemodialysis access dysfunction may be associated with increased success and a reduced need for sharp recanalization and stenting.

Keywords: balloon angioplasty, vein stenosis, vein occlusion, vascular access dysfunction, hemodialysis

For citation: Shaykhutdinov B.I., Sysoev V.M., Fominykh N.M., Abugov S.A., Romanenko S.V., Gabaraev A.I. Repeated endovascular interventions on central veins in hemodialysis patients. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (3): 352–359 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-352-359

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

Received June 16, 2024
Accepted August 10, 2024

Введение

Для пациентов, получающих программный гемодиализ, крайне важно поддержание функционирования сосудистого доступа, предпочтительно артериовенозной фистулы. Одна из основных причин ограничения срока жизни сосудистого доступа – стенотическое поражение вен. Пациентам со значимым поражением центральных вен следует проводить эндоваскулярное лечение, несмотря на имеющиеся его ограничения [1].

Первичная проходимость центральных вен после баллонной ангиопластики и стентирования остается невысокой. Поддержание функционирования доступа требует проведения повторных вмешательств [2, 3]. Невозможность выполнения повторного вмешательства приводит к прекращению работы фистулы и утрате доступа, что отражается на вторичной проходимости [4].

По данным метаанализа, опубликованного в 2021 г., к 12 мес вторичная проходимость центральных вен после баллонной ангиопла-

стики составляет приблизительно 85%, после стентирования – 95% [5]. Следовательно, примерно 15% пациентам в течение года может потребоваться смена сосудистого доступа. Принимая во внимание ограниченный сосудистый ресурс у пациента, следует разумно подходить к его использованию. Поэтому важно продлевать срок функционирования каждого имеющегося доступа [6, 7].

Пациентов с дисфункцией доступа, вызванной поражением центральных вен, мы настраиваем на длительную борьбу. При необходимости баллонной ангиопластики информируем их о нерадикальном характере лечения. По нашему мнению, возвращение симптомов требует скорого обращения для уточнения причины ухудшения и при необходимости – проведения повторного эндоваскулярного вмешательства. Согласно нашим наблюдениям, пациенты, игнорировавшие рецидив дисфункции, оказывались в поле зрения гораздо позднее. Иногда это приводило к необходимости постановки диализного катетера, усложнению оператив-

ного лечения и даже полному прекращению функционирования доступа.

Эндоваскулярное вмешательство на центральных венах, по данным разных авторов, удается выполнить у 50–100% пациентов. Значение зависит от количества окклюзий и их характеристик, таких как протяженность, форма культи [8–11]. Как правило, основное внимание исследователи уделяют первичной баллонной ангиопластике и стентированию, в то время как возможность выполнения повторных вмешательств уходит на второй план. В литературе нечасто встречаются работы, выделяющие факторы риска, которые сокращают шансы выполнения повторного вмешательства на центральных венах.

Цель исследования – оценка факторов успешного выполнения повторных эндоваскулярных вмешательств у пациентов с рецидивом дисфункции сосудистого доступа.

Материал и методы

На базе Городской клинической больницы (ГКБ) им. С.С. Юдина проведено исследование с включением пациентов с 01.05.2021 по 01.05.2023 г.

Критериями включения в исследование стали:

- выполнение программного гемодиализа через постоянный сосудистый доступ (артериовенозная фистула или синтетический сосудистый протез);
- выполненное ранее эндоваскулярное лечение по поводу дисфункции доступа (баллонная ангиопластика и/или стентирование центральных вен);
- обращение в связи с рецидивом дисфункции доступа для гемодиализа.

Рецидив дисфункции проявлялся возвращением симптомов венозной недостаточности, снижением качества диализа. Чаще всего пациенты отмечали появление или резкое нарастание отека, чувства распирания и тяжести конечности, набухания поверхностных коллатеральных вен, рост венозного сопротивления или рециркуляции на гемодиализе.

У всех пациентов оценивался срок, прошедший от рецидива дисфункции до оперативного лечения (далее – срок). Он зависел от скорости обращения пациента и длительности подготовки к госпитализации. Систематизация и обработка данных проводились в Microsoft Excel 2016 и IBM SPSS Statistics 23.

Для определения нормальности распределения применялся тест Шапиро–Уилка. Описание выборок с распределением, отличным от нормального, выполнялось с указанием медианы и интерквартильного размаха. Определение статистической значимости количественных отличий групп с распределением, отличным от нормального, осуществлялось с помощью U-критерия Манна–Уитни. Отличие групп по категориальным признакам оценивалось при помощи χ^2 Пирсона и точного критерия Фишера в зависимости от частоты конкретных явлений. Отличия считались достоверными при уровне статистической значимости $p < 0,05$. Все пациенты, включенные в исследование, подписали информированное добровольное согласие.

В исследование включены 54 пациента. Они были разделены на группы согласно сроку: к 1-й группе были отнесены пациенты, у которых срок составил до 30 дней включительно, ко 2-й – 31 день и более (табл. 1).

В 1-й группе оказалось 28 пациентов с медианным сроком 11 дней, во 2-й – 26 пациентов с медианным сроком 54 дня. В 1-й группе медианный возраст был выше, чем во 2-й (65 и 56 лет). Группы достоверно не различались по полу, частоте сопутствующих заболеваний, стажу гемодиализа, давности предыдущего вмешательства на центральных венах. Также группы не различались по локализации и количеству поражений, по имплантированным ранее в центральные вены стентам или стент-графтам. В 1-й группе оказалось больше таких пациентов, которые уже имели более 2 вмешательств в анамнезе. Во 2-й группе было больше пациентов, у которых поражение центральной вены оказалось окклюзией.

Всем пациентам выполнялось эндоваскулярное вмешательство под местной анестезией. Пункции сосудов осуществлялись под ультразвуковой навигацией. В большинстве случаев использовались два доступа: антеградный через артериализованную вену или синтетический сосудистый протез и ретроградный – через бедренную вену. Учитывая, что постановка интродьюсеров большого диаметра в артериовенозную фистулу или протез может приводить к повышению частоты геморрагических осложнений, для антеградного доступа использовались интродьюсеры не более 6 Fr. Снижение риска кровотечений является важной задачей из-за высокой распро-

Таблица 1

Клинические и ангиографические характеристики групп

Параметр	1-я группа (n=28)	2-я группа (n=26)	P
Срок от возврата симптомов, дней	11 [8–23]	54 [38–88]	–
Пол			
мужской	13 (46,4)	14 (53,8)	
женский	15 (53,6)	12 (46,2)	0,786
Возраст, лет	65 [54–73,25]	56 [47,25–63,5]	0,033*
Более 2 вмешательства в анамнезе	8 (28,6)	1 (3,8)	0,01*
Артериальная гипертензия	22 (78,6)	17 (65,4)	0,366
ИБС, атеросклероз БЦА	18 (64,3)	13 (50,0)	0,409
Сахарный диабет	8 (28,6)	2 (7,7)	0,079
Стаж диализа, лет	4 [2–9,25]	5 [3,75–10,25]	0,38
Давность предыдущего вмешательства, мес	6,9 [3,8–8,4]	7,7 [4,2–12,9]	0,21
Сторона поражения			
слева	16 (57,1)	15 (57,7)	
справа	12 (42,9)	11 (42,3)	0,414
Пораженная вена			
подмышечная	4 (14,3)	8 (30,8)	0,196
подключичная	16 (51,1)	13 (50,0)	0,785
плечеголовная	12 (42,9)	15 (57,7)	0,414
верхняя полая	2 (7,1)	1 (3,8)	1
Более 1 пораженного сегмента	6 (21,4)	9 (34,6)	0,28
Поражение в стенке	3 (10,7)	2 (7,7)	1
Поражение в стент-графте	0 (0)	1 (3,8)	0,481
Окклюзия	11 (39,3)	20 (76,9)	0,006*
Тромбосодержащая окклюзия	6 (21,4)	4 (15,4)	0,826

Примечание. БЦА – брахиоцефальные артерии; ИБС – ишемическая болезнь сердца. Результаты представлены в виде n (%), где n – число больных, а также в виде медианы, нижнего и верхнего квартилей – Me [Q1–Q3].

* $p < 0,05$ – различия статистически достоверны.

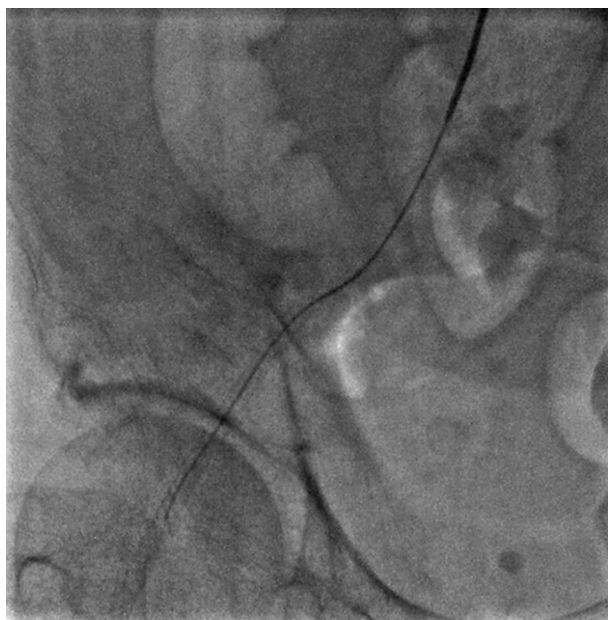
страненности анемии у диализных пациентов. Также не исключено сокращение проходимости фистулы из-за использования интродьюсеров большего размера. Поэтому при необходимости применения инструментов большого профиля для их проведения использовалась бедренная вена.

Через антеградный доступ выполнялась ангиография. Определялись вовлеченные в стеноокклюзионный процесс сосуды, характер их поражения. В качестве выраженного стенозирования принимали сужение более чем на 50% по диаметру.

В большинстве случаев, ангулированный гидрофильный жесткий проводник в антеградном направлении проводился через область поражения. Для поддержки и направ-

ления проводника использовались диагностические катетеры 4–5 Fr, проводниковые катетеры 6 Fr. Кривизну подбирали под конкретную анатомию (MP, JR, AR, AL, EBU). Основным был 0,035" проводник, в качестве альтернативных применялись 0,018" и 0,014" проводники.

При невозможности проведения проводника через окклюзированный участок описанным методом рассматривалась возможность применения sharp-техник [12]. Они могут быть использованы в случае достаточного диаметра и невыраженной ангуляции пораженных вен. Особенность sharp-методик – это пенетрация окклюзии инструментарием повышенной проникающей силы, например радиочастотным проводником, иглой для пункции межпред-



Экстернализация. Проводник проведен внутрь интродьюсера

сердной перегородки и так далее. В нашем случае таким инструментом являлся жесткий конец проводника. При инициации реканализации она продолжалась обычным концом проводника для лучшей управляемости.

После проведения проводника через окклюзированный сегмент центральной вены в большинстве случаев выполнялась его экстернализация. Экстернализированный проводник дает сверхвысокую поддержку, облегчает контроль положения баллонных катетеров и стентов, сокращает время выполнения сложных процедур. Авторы используют петли и ловушки для захвата проводника с целью его выведения наружу [13]. Как правило, в нашей практике удавалось выполнить экстернализацию без применения дополнительного инструмента.

Проводник, проведенный антеградно, низводился до уровня наружной подвздошной вены. Далее он направлялся внутрь интродьюсера, установленного в бедренной вене (см. рисунок).

При необходимости интродьюсер отклонялся к стенке вены для облегчения попадания проводником. После проверки положения проводника, при его дальнейшем проведении извлекался бедренный интродьюсер с мануальным контролем кровотока. Таким образом, рабочий конец проводника выводился через пункционное отверстие в бедренной вене наружу. Бедренный интродьюсер в сборе устанавливался по экстернализованному

проводнику. На обратном конце проводника закреплялся зажим или устройство для вращения, проводник протягивался до упора в антеградный интродьюсер. Далее коаксиальное проведение катетеров осуществлялось через бедренный доступ при антеградном ангиографическом контроле.

После проведения баллонного катетера выполнялась ангиопластика в пределах пораженных участков. Некомплаентные баллонные катетеры (10–22 мм) нагнетались давлением, необходимым для их полного расправления. При неудовлетворительном результате ангиопластики она повторялась баллонным катетером большего диаметра с превышением референсного диаметра вены до 20% с продленной экспозицией. В случае стойкого выраженного остаточного стенозирования или сохранения коллатерального кровотока по решению оператора выполнялась имплантация стентов или стент-графтов с постдилатацией.

Вмешательство считалось технически успешным, если удалось выполнить баллонную ангиопластику или стентирование с остаточным стенозом менее 50% при значительной редукции коллатерального кровотока.

Остаточный стеноз определялся на количественном ангиографическом анализе рабочих станций Philips Azurion и GE Innova.

Результаты

В таблице 2 отображены особенности проведенных этапов эндоваскулярного вмешательства.

Всем пациентам 1-й (100%) группы проводник проведен через пораженный участок стандартной техникой. У 8 (30,8%) пациентов во 2-й группе провести проводник через окклюзию стандартным способом не удалось. Из них у 5 пациентов с подходящей анатомией была предпринята sharp-реканализация обратным концом проводника (успешно у 4 из 5). Таким образом, 4 (15,4%) пациентам из 2-й группы не удалось провести проводник через область поражения никакими методами. После проведения проводника в 100% случаев в обеих группах был проведен баллонный катетер и выполнена баллонная ангиопластика пораженного участка. После ангиопластики оценивался остаточный стеноз в области поражения. Медианный остаточный стеноз в 1-й группе оказался достоверно меньше, чем во 2-й (32 и 47%). В случаях неудовлет-

Таблица 2

Интраоперационные параметры

Параметр	1-я группа (n=28)	2-я группа (n=26)	P
Проведение проводника	28 (100)	22 (84,6)	0,047*
Применение sharp-реканализации	0 (0)	5 (19,2)	0,047*
Остаточный стеноз после БАП, %	32 [25–39]	47 [34–56]	0,005*
Имплантированы стент или графт	5 (17,9)	9 (34,6)	0,275
Остаточный стеноз финальный, %	30 [24–34]	31 [18–42]	0,337
Диссекции и перфорации	5 (17,9)	9 (34,6)	0,218
Успешное вмешательство	28 (100)	22 (84,6)	0,047*

Примечание. БАП – баллонная ангиопластика. Результаты представлены в виде n (%), где n – число больных, а также в виде медианы, нижнего и верхнего квартилей – Me [Q1–Q3].

* $p < 0,05$ – различия статистически достоверны.

ворительного результата баллонной ангиопластики, по решению оператора устанавливался стент или стент-графт, что потребовалось у 17,9% пациентов 1-й группы и у 34,6% больных – 2-й. После имплантации стента или стент-графта с постдилатацией повторно оценивался остаточный стеноз, который составил 30% в 1-й группе и 31% – во 2-й.

В нашем исследовании не было серьезных осложнений и кровотечений из области доступа. Интраоперационно отмечались перфорации и диссекции вен в 17,9% в 1-й группе и 34,6% – во 2-й (разница статистически не значима), в каждом случае разрешившиеся после продолжительной баллонной ангиопластики малым давлением и не потребовавшие дополнительных мер.

Обсуждение

Фактически выполнение оперативного лечения в нашем исследовании было определено прохождением проводника через область поражения. Доля успешно прооперированных пациентов из 1-й группы достоверно выше, чем из 2-й (100 и 84,6% соответственно).

Пациенты сравниваемых групп исходно различались по трем параметрам. Первый – возраст. Медианный возраст в 1-й группе составил 65 лет, во 2-й – 56 лет. Нам не известна фундаментальная причина, которая могла бы повлиять на подобное распределение больных. Вероятно, полученная разница в возрасте случайна, обусловлена небольшим количеством пациентов в группах.

В 1-й группе больные были с большим числом вмешательств в анамнезе. Нередко при

следующем рецидиве пациенты быстрее обращались и тратили меньше времени для госпитализации.

Во 2-й группе было больше окклюзионных поражений, чем в 1-й. На наш взгляд, это может быть обусловлено естественным течением рестенозического процесса. Постепенно суживающийся просвет вены в определенный момент приводит к полному закрытию сосуда. Выраженная гемодинамическая перестройка может наступить и ранее, вызывая тромбоз остаточного просвета в субтотально стенозированных венах. Такая тромбосодержащая окклюзия часто не представляет сложного субстрата при реканализации. По данным селективной и компьютерной ангиографии, данная морфология поражения имела у 21,4% пациентов 1-й группы и 15,4% – 2-й. Повидимому, имеется тенденция к уменьшению числа «мягких» окклюзий с увеличением срока. Со временем тромботические массы уплотняются, организуются и наряду с фибризированной стенкой вены становятся сложным препятствием для проведения проводника.

По данным литературы, эндоваскулярное лечение удается выполнить у 38–92,6% пациентов с окклюзиями центральных вен [8, 14, 15]. В нашем исследовании реканализовано 87,1% от всех окклюзий. Вероятно, такое высокое значение отчасти обусловлено повторным характером процесса и небольшой давностью окклюзий [16]. Известными признаками, повышающими вероятность реканализации окклюзии центральной вены, являются коническая форма культи, отсутствие крупной боковой ветви вблизи культи, протяженность

менее 2 см [8, 9]. Авторы, комментируя полученные результаты, предполагают, что указанные признаки могут свидетельствовать о возможном наличии микроканала и относительно небольшой давности окклюзии [8]. В нашем исследовании реканализованы все окклюзии 1-й группы (11 из 11) и 80% – 2-й (16 из 20). Полученные данные согласуются с вышеизложенным. Можно сделать вывод, что предполагаемая давность окклюзии является предиктором возможности эндоваскулярного вмешательства.

Решающий этап лечения окклюзий центральных вен – проведение проводника [13]. Техник выбора является стандартное прохождение гидрофильного проводника при поддержке катетера [8]. В некоторых случаях (до 23% окклюзий) может потребоваться использование техник sharp-реканализации [16]. Стоит иметь в виду, что подобные манипуляции сопряжены с дополнительным периоперационным риском, в том числе с дополнительной летальностью [12, 15, 17–19]. В нашем исследовании sharp-техника применялась только во 2-й группе и была успешной у 4 из 5 пациентов.

Была отмечена тенденция к большему использованию стентов и стент-графтов при лечении пациентов 2-й группы. Это обусловлено большим количеством неудовлетворительных результатов изолированной баллонной ангиопластики. Имплантация стента или стент-графта позволяет получить большее увеличение просвета и, следовательно, позволяет оказать эндоваскулярное лечение большему числу пациентов. Рекомендации KDOQI указывают, что достижение непосредственного эффекта – основная цель при эндоваскулярном вмешательстве [1]. Однако также известно, что имплантация стентов не имеет преимуществ в проходимости перед изолированной баллонной ангиопластикой и нередко приводит к необходимости более частых реинтервенций [20, 21]. Применение стентов и стент-графтов может приводить к специфическим осложнениям, например миграции, перелому, инфицированию устройства [22–24]. Также установленный металлический каркас ограничивает возможные потенциальные реконструкции в будущем. Поэтому сегодня в эндоваскулярном лечении пациентов со стеноокклюзионным поражением центральных вен для стен-

тов и стент-графтов отведена второстепенная роль в качестве спасительного средства при неудовлетворительном результате баллонной ангиопластики.

В нашем исследовании не удалось выполнить эндоваскулярное вмешательство 4 пациентам, а 3 больным сформированы новые артериовенозные фистулы на контрлатеральной верхней конечности. 1 пациент переведен на перитонеальный диализ.

Ограничением исследования является небольшая численность групп. Вследствие неполной информации не оценивались имевшиеся в анамнезе центральные венозные катетеры в исследуемых поражениях. У ряда пациентов отмечена низкая комплаентность к медикаментозной терапии, в связи с чем сравнение групп по принимаемым противотромботическим препаратам не проводилось.

Заключение

Настоящее исследование указывает на важность скорого обращения пациента с возвращением симптомов дисфункции доступа. Вероятность успешного повторного эндоваскулярного лечения поражений центральных вен достоверно выше при выполнении оперативного вмешательства в течение месяца от клинического рецидива.

Литература/References

1. Lok C.E., Huber T.S., Lee T., Shenoy S., Yevzlin A.S., Abreo K. et. al. National kidney foundation. KDOQI clinical practice guideline for vascular access: 2019 update. *Am. J. Kidney Dis.* 2020; 75 (4 Suppl 2): 1–164. DOI: 10.1053/j.ajkd.2019.12.001
2. Cuthbert G.A., Lo Z.J., Kwan J., Chandrasekar S., Tan G.W.L. Outcomes of central venoplasty in haemodialysis patients. *Ann. Vasc. Dis.* 2018; 11 (3): 292–297. DOI: 10.3400/avd.oa.18-00025
3. DePietro D.M., Trerotola S.O. Choosing the right treatment for the right lesion, part I: a narrative review of the role of plain balloon angioplasty in dialysis access maintenance. *Cardiovasc. Diagn. Ther.* 2023; 13 (1): 212–232. DOI: 10.21037/cdt-22-375
4. Gray R.J., Sacks D., Martin L.G., Trerotola S.O. Society of interventional radiology technology assessment committee. Reporting standards for percutaneous interventions in dialysis access. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2003; 14 (9 Pt 2): 433–442. DOI: 10.1097/01.rvi.0000094618.61428.58
5. Andrawos A., Saeed H., Delaney C. A systematic review of venoplasty versus stenting for the treatment of central vein obstruction in ipsilateral hemodialysis access. *J. Vasc. Surg. Venous. Lymphat. Disord.* 2021; 9 (5): 1302–1311. DOI: 10.1016/j.jvsv.2021.02.014
6. Astor B.C., Hirschman K., Kennedy J., Frinak S., Besarab A. Development and validation of a risk score to

- prioritize patients for evaluation of access stenosis. *Semin. Dial.* 2022; 35 (3): 236–244. DOI: 10.1111/sdi.13026
7. Osama I.A., Eldien M.T.M., Elhindawy K.M.A. Endovascular management of central venous occlusive disease in hemodialysis patients with symptomatic venous hypertension. *Egypt. J. Surg.* 2020; 39 (4): 1069–1076. DOI: 10.4103/ejs.ejs_177_20_new
 8. Hongsakul K., Leelarujijaroen P., Boonsrirat U. Outcome of central vein occlusion recanalization in hemodialysis patients and predictors for success: a retrospective study. *J. Belg. Soc. Radiol.* 2020; 104 (1): 20. DOI: 10.5334/jbsr.1991
 9. Wen C., Chen B., Lin R., Dai H., Tang K., Zhang G. et al. Clinical Implications of phenotypes of hemodialysis patients with central venous occlusion or central venous stenosis defined by cluster analysis. *Front. Cardiovasc. Med.* 2022; 9: 901237. DOI: 10.3389/fcvm.2022.901237
 10. Aljarrah Q., Allouh M., Hallak A.H., Algezawi S.E., Al-Omari M., Elheis M. et al. Lesion type analysis of hemodialysis patients who underwent endovascular management for symptomatic central venous disease. *Vasc. Health Risk Manag.* 2020; 16: 419–427. DOI: 10.2147/VHRM.S273450
 11. Cantador A.A., Pinheiro L.L., Guillaumon A.T. Endovascular treatment of central vein occlusion in patients with functioning arteriovenous fistulas. *J. Vasc. Bras.* 2022; 21: e20210130. DOI: 10.1590/1677-5449.210130
 12. Sivanathan G., MacArthur D.H., Daly K.P., Allen D.W., Hakham S., Halin N.J. Safety and efficacy of radiofrequency wire recanalization of chronic central venous occlusions. *J. Vasc. Access.* 2015; 16 (4): 309–314. DOI: 10.5301/jva.5000360
 13. Huang Y., Chen B., Tan G., Cheng G., Zhang Y., Li J. et al. The feasibility and safety of a through-and-through wire technique for central venous occlusion in dialysis patients. *BMC Cardiovasc. Disord.* 2016; 16: 250. DOI: 10.1186/s12872-016-0411-3
 14. Vowels T.J., Lu T., Zubair M.M., Schwein A., Bismuth J. Evaluating a novel telescoping catheter set for treatment of central venous occlusions. *Ann. Vasc. Surg.* 2021; 72: 383–389. DOI: 10.1016/j.avsg.2020.08.112
 15. Chen B., Lin R., Dai H., Li N., Tang K., Yang J. et al. Sharp recanalization for treatment of central venous occlusive disease in hemodialysis patients. *J. Vasc. Surg. Venous Lymphat. Disord.* 2022; 10 (2): 306–312. DOI: 10.1016/j.jvsv.2021.08.007
 16. Kitrou P., Katsanos K., Karnabatidis D. Management of central venous stenoses and occlusions. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2023; 46 (9): 1182–1191. DOI: 10.1007/s00270-023-03461-7
 17. Yang L., Yang L., Zhao Y., Wang Y., Yu Y., Salerno S. et al. The feasibility and safety of sharp recanalization for superior vena cava occlusion in hemodialysis patients: a retrospective cohort study. *Hemodial. Int.* 2020; 24 (1): 52–60. DOI: 10.1111/hdi.12804
 18. Vachharajani T.J., Kirksey L., McLennan G. Endovascular bypass for thoracic vein occlusion: an innovative technique for hemodialysis vascular access. *Am. J. Kidney Dis.* 2020; 75 (4): 468–470. DOI: 10.1053/j.ajkd.2019.12.004
 19. Uceda P.V., Feldtman R.W., Peralta J., Ahn S.S. Endovascular treatment of type 3 and 4 thoracic central vein obstruction in hemodialysis patients. *J. Vasc. Surg. Venous Lymphat. Disord.* 2021; 9 (3): 643–651.e3. DOI: 10.1016/j.jvsv.2020.10.009
 20. Wu T.Y., Wu C.K., Chen Y.Y., Lin C.H. Comparison of percutaneous transluminal angioplasty with stenting for treatment of central venous stenosis or occlusion in hemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2020; 43 (4): 525–540. DOI: 10.1007/s00270-019-02383-7
 21. Igus B., Firat A., Bircan H.Y. Endovascular treatment options in central venous stenosis and occlusion: Angioplasty or Stent?. *Ankara Med. J.* 2020; 20 (1): 242–250. DOI: 10.5505/amj.2020.42103
 22. Kakisis J.D., Vassilas K., Antonopoulos C., Sfyroeras G., Moulakakis K., Liapis C.D. Wandering stent within the pulmonary circulation. *Ann. Vasc. Surg.* 2014; 28 (8): 1932.9–1932.12. DOI: 10.1016/j.avsg.2014.06.074
 23. Eguchi D., Honma K. Results of stenting for central venous occlusions and stenoses in the hemodialysis patients. *Ann. Vasc. Dis.* 2020; 13 (3): 235–239. DOI: 10.3400/avd.0a.20-00114
 24. Aghoutane N., Zoulati M., Lyazidi Y., Bakkali T., Chtata H., Taberkant M. Infected stent fracture after endovascular treatment of a subclavian venous occlusion in a hemodialysis patient. *J. Med. Vasc.* 2020; 45 (2): 84–87. DOI: 10.1016/j.jdmv.2020.01.150

Клинические наблюдения

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.132.2-003.84-089.819.1

Техника субинтимального стентирования коронарных артерий при ригидных кальцинированных поражениях**В.А. Калюзный¹✉, С.В. Майнгарт^{1,2}, К.А. Лашевич¹, А.Н. Федорченко^{1,2}, В.А. Порханов^{1,2}**¹ГБУЗ «Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. профессора С.В. Очаповского» Минздрава Краснодарского края, Краснодар, Российская Федерация²ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Краснодар, Российская Федерация✉ **Калюзный Владислав Алексеевич**, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0009-0000-5341-1856, e-mail: kaluzhnyyvladislav@mail.ru**Майнгарт Сергей Владимирович**, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, ассистент кафедры; orcid.org/0000-0002-6749-5197**Лашевич Кирилл Андреевич**, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-0492-0739**Федорченко Алексей Николаевич**, д-р мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения, ассистент кафедры; orcid.org/0000-0001-5589-2040**Порханов Владимир Алексеевич**, д-р мед. наук, академик РАН, профессор, главный врач больницы, заведующий кафедрой; orcid.org/0000-0003-0572-1395**Резюме**

Ригидный кальцинированный стеноз в коронарной артерии по-прежнему является серьезной проблемой при выполнении чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ), особенно экстренном, когда хирург не обладает достаточным запасом времени для поиска наиболее подходящей тактики. Если выраженно кальцинированная атеросклеротическая бляшка не позволяет выполнить ее предилатацию в нужном объеме, могут возникнуть проблемы с заведением стента и/или его оптимальным раскрытием при имплантации. Неоптимальный результат ЧКВ – предиктор неблагоприятных сердечных событий. Сегодня существует внушительный арсенал способов и устройств для борьбы с кальцинозом коронарных артерий, но они не всегда могут быть применимы, особенно в экстренном порядке.

В статье представлены два клинических случая выполнения ЧКВ при остром коронарном синдроме без подъема сегмента ST. В обоих случаях были выполнены дилатация субинтимального пространства с последующей имплантацией стента через субинтимальное пространство, в обход ригидного стеноза. Методика была использована с целью восстановления проходимости коронарной артерии при наличии неподатливой кальцинированной бляшки и неэффективности и/или невозможности применения остальных техник.

Ключевые слова: ригидный стеноз, кальцинированный стеноз, субинтимальное стентирование, атеросклеротическая бляшка, баллонный катетер

Для цитирования: Калюзный В.А., Майнгарт С.В., Лашевич К.А., Федорченко А.Н., Порханов В.А. Техника субинтимального стентирования коронарных артерий при ригидных кальцинированных поражениях. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (3): 360–370. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-360-370

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 22.07.2024
Принята к печати 26.08.2024

Technique for subintimal stenting of coronary arteries for rigid calcified lesions**V.A. Kalyuzhnyy¹✉, S.V. Mayngart^{1,2}, K.A. Lashevich¹, A.N. Fedorchenko^{1,2}, V.A. Porkhanov^{1,2}**¹Research Institution – Regional Clinic Hospital No 1 named after Prof. S.V. Ochapovskiy, Krasnodar, Russian Federation²Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation✉ **Vladislav A. Kalyuzhnyy**, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0000-5341-1856, e-mail: kaluzhnyyvladislav@mail.ru**Sergey V. Mayngart**, Endovascular Surgeon, Assistant of Chair; orcid.org/0000-0002-6749-5197

Kirill A. Lashevich, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-0492-0739

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

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

Abstract

The presence of rigid calcified stenosis in the coronary artery is still a serious problem when performing percutaneous coronary interventions, especially in the emergency nature of the intervention, when the surgeon does not have enough time to find the most appropriate tactics. If a severely calcified atherosclerotic plaque does not allow predilatation to the required extent, problems may arise with the placement of the stent and/or its optimal deployment during implantation. Suboptimal outcome of percutaneous coronary intervention is a predictor of adverse cardiac events. Today there is an impressive arsenal of methods and devices to combat calcification of the coronary arteries, but they may not always be applicable, especially in an emergency.

In the article, we presented two clinical cases of percutaneous coronary intervention for acute coronary syndrome without ST segment elevation. In both cases, dilatation of the subintimal space was performed, followed by implantation of a stent through the subintimal space to bypass the rigid stenosis. The technique was used to restore the patency of the coronary artery in the presence of a stubborn calcified plaque and the ineffectiveness and/or impossibility of using other techniques.

Keywords: rigid stenosis, calcified stenosis, subintimal stenting, atherosclerotic plaque, balloon catheter

For citation: Kalyuzhnyy V.A., Mayngart S.V., Lashevich K.A., Fedorchenko A.N., Porkhanov V.A. Technique for subintimal stenting of coronary arteries for rigid calcified lesions. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (3): 360–370 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-360-370

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

Received July 22, 2024
Accepted August 26, 2024

Введение

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) – распространенное заболевание сердца и основная причина смерти от сердечно-сосудистых заболеваний. Атеросклероз коронарных артерий – самая частая причина ИБС [1]. Несмотря на то что сегодня существует внушительный рентгенохирургический арсенал средств помощи пациентам, страдающим коронарным атеросклерозом, оператор может столкнуться со сложностями при проведении чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ). Одна из самых частых проблем – выраженный кальциноз коронарных артерий. Умеренная или тяжелая кальцификация присутствует примерно в трети случаев коронарных поражений у пациентов со стабильной ИБС или острым коронарным синдромом (ОКС) [2]. Процесс кальцификации атеросклеротической бляшки (АСБ) – с одной стороны «заживляющий ответ» на интенсивное воспаление некротической бляшки, с другой стороны, ранняя микрокальцификация является причиной нестабильности АСБ [3].

Кальцификация коронарных артерий может стать причиной неоптимального ангиографического результата из-за неполного раскрытия стента, его деформации, создать проблемы

с заведением стента в целевой участок сосуда, послужить основой для развития протяженной диссекции или перфорации коронарной артерии, что предвещает неблагоприятные интраоперационные результаты и отдаленные исходы. Жесткие кальцинированные поражения трудно поддаются расширению просвета и модификации АСБ, что усложняет подготовку зоны имплантации стента. Современные методики выполнения преддилатации ригидного стеноза включают следующие опции: баллонные катетеры высокого давления (NC), баллонные катетеры сверхвысокого давления (OPN), «надсекающие» (scoring) баллонные катетеры, «режущие» (cutting) баллонные катетеры, ротационную атерэктомия (ротабляцию), а также внутрисосудистую коронарную липотрипсию (shockwave). У всех этих методик есть ограничения в использовании и возможные осложнения. Кроме того, все известные способы преддилатации могут не оказать должного эффекта при выраженной кальцификации АСБ.

Если рассматривать данные аспекты в рамках экстренного интервенционного вмешательства, то попытки агрессивного воздействия на кальцинированную АСБ и невозможность выполнить имплантацию стента в целевой участок сосуда могут стать причи-

ной прогрессирования ишемии и усугубить состояние пациента. В этой ситуации может быть рассмотрена методика субинтимального стентирования пораженного кальцинированного участка коронарной артерии, которая заключается в субинтимальном обходе кальцинированного конгломерата с последующей субинтимальной имплантацией стента.

В данной статье мы описали два клинических случая лечения пациентов с ОКС без подъема сегмента ST и выраженным кальцинозом коронарных артерий. В обоих случаях первоначально была выполнена агрессивная преддилатация с использованием баллонных катетеров высокого давления и «режущих» баллонных катетеров. Диссекция, образовавшаяся перед и за местом кальцинированного стеноза, послужила причиной субинтимального обхода кальцинированной массы, что позволило выполнить успешную имплантацию стента через субинтимальное пространство с оптимальным ангиографическим результатом и восстановить просвет сосуда.

Описание случая 1

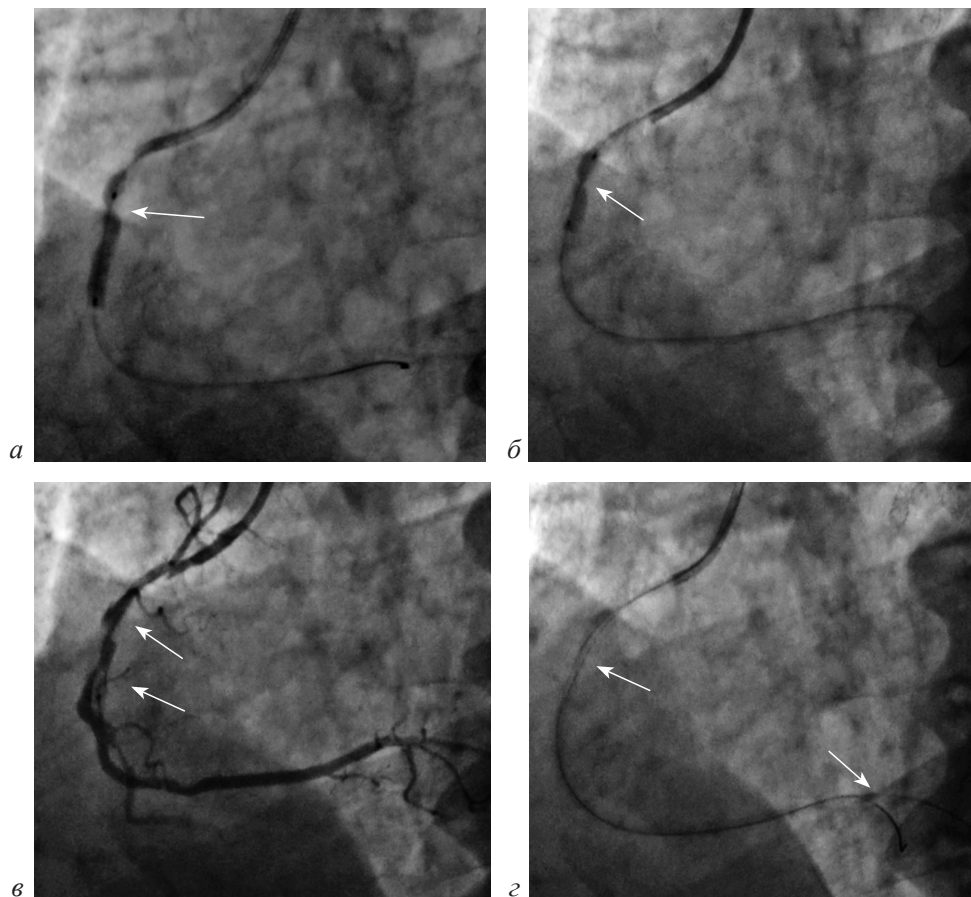
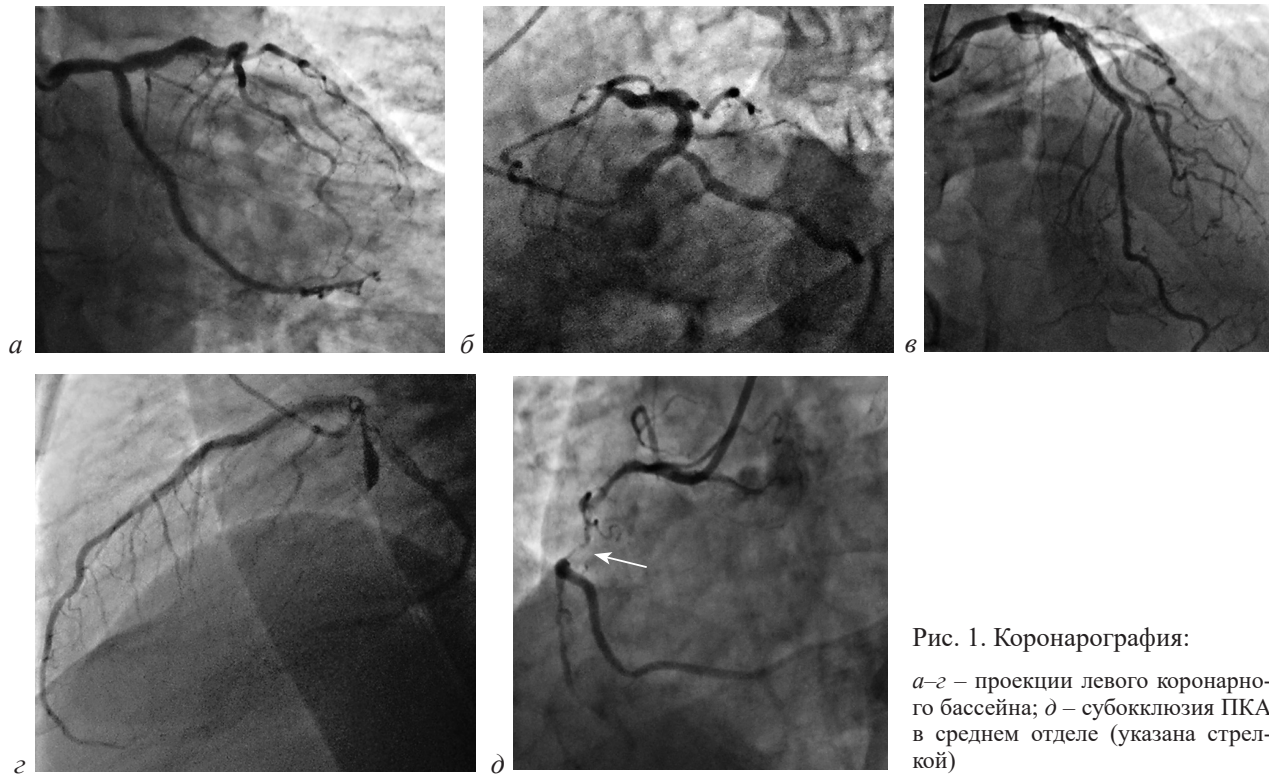
Пациент 64 лет, поступил утром в приемный покой с жалобами на сдавливающие боли за грудиной, которые возникли ночью. Из анамнеза известно, что впервые типичные ангинозные боли при физической нагрузке появились около 2 лет назад. Полтора года назад была выполнена баллонная ангиопластика и стентирование в плановом порядке с имплантацией 2 стентов с лекарственным покрытием (СЛП) в переднюю нисходящую артерию (ПНА) и 1 СЛП в огибающую артерию (ОА), после чего пациент отмечал улучшение состояния. Наблюдался у кардиолога по месту жительства. Постоянно принимал рекомендованную медикаментозную терапию. В приемном отделении выполнена электрокардиография (ЭКГ): ритм синусовый, частота сердечных сокращений (ЧСС) 78 уд/мин, депрессия сегмента ST до 2 мм во II, III и aVF отведениях. Тропонин I высокочувствительный: 4,210 нг/мл (0,000–0,040). Выставлен основной диагноз: ИБС. ОКС без подъема сегмента ST. Состояние после баллонной ангиопластики и стентирования ПНА и ОА. Спустя 30 мин пациент был подан в рентгенооперационную для выполнения коронарографии (рис. 1, а–д). По данным коронарографии: ствол левой коронарной ар-

терии (ЛКА) проходим, ПНА проходима, места ранее имплантированных стентов в проксимальном–среднем отделах без признаков рестеноза, диагональные ветви (ДВ) проходимы, ОА представлена ветвью тупого края (ВТК), проходима, место ранее имплантированного стента в среднем отделе без признаков рестеноза, в среднем отделе правой коронарной артерии (ПКА) определяется субокклюзия с признаками кальцинированной АСБ, дистальное русло заполняется слабо антеградно.

Учитывая данные коронарографии, клиническую картину, результаты лабораторных и инструментальных исследований, было принято решение о выполнении ЧКВ ПКА в экстренном порядке. Проводниковый катетер JR4 6 F подведен к устью ПКА. Внутривенно введено 10 000 ЕД гепарина (100 ЕД/кг). Коронарный проводник PT2 0,014” заведен через место субокклюзии в среднем отделе ПКА в дистальный отдел левожелудочковой ветви (ЛЖВ). Поочередная дилатация места субокклюзии баллонными катетерами 3,0×15 мм и 3,0×20 NC – остается выраженная перетяжка на баллонах (рис. 2, а). При использовании «режущего» баллонного катетера 3,0×15 мм – перетяжка сохраняется (рис. 2, б). На ангиографии после агрессивной баллонной дилатации места субокклюзии определяются линейные диссекции перед и за местом стеноза (рис. 2, в).

Следующим этапом второй коронарный проводник PT2 0,014” заведен субинтимально перед местом субокклюзии с последующим выходом проводника в истинный просвет за местом субокклюзии и проведен в дистальный отдел ПКА (рис. 2, г). Выполнена дилатация субинтимального пространства баллонным катетером 3,0×15 мм – без признаков перетяжки на баллоне (рис. 3, а). Первый коронарный проводник PT2 0,014” извлечен.

Затем была выполнена поочередная имплантация 3 СЛП: 3,0×32, 3,0×32 и 3,5×16 мм в средний и проксимальный отделы ПКА «внахлест» между собой (рис. 3, б). Постдилатация мест имплантации стентов баллонным катетером NC 3,5×15 мм. На контрольной ангиографии: просвет артерии восстановлен, без признаков диссекции и дистальной эмболии, сохраняется остаточный стеноз 20% в среднем отделе в месте кальцинированной АСБ (рис. 3, в).



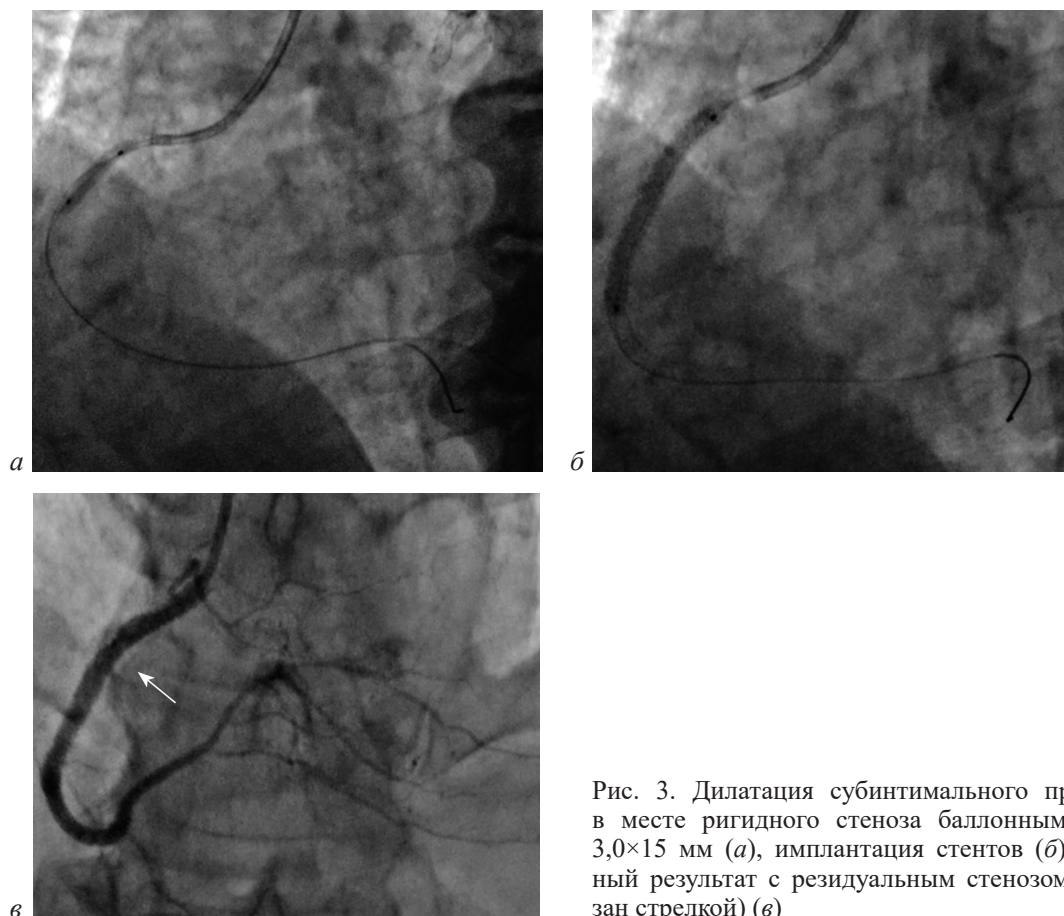


Рис. 3. Дилатация субинтимального пространства в месте ригидного стеноза баллонным катетером 3,0×15 мм (а), имплантация стентов (б) и финальный результат с резидуальным стенозом 20% (указан стрелкой) (в)

Послеоперационный период протекал без осложнений. Клиника стенокардии не рецидивировала. Пациент с улучшением и рекомендациями выписан на 3-е сутки под наблюдение кардиолога по месту жительства.

Описание случая 2

Пациент 67 лет, поступил в приемное отделение с жалобами на загрудинные боли, длящиеся в течение нескольких часов, перебои в работе сердца. Из анамнеза известно, что пациент перенес инфаркт миокарда около 10 лет назад, тогда же была выполнена коронарография и выявлено многососудистое поражение коронарных артерий. В том же году проведена операция аортокоронарного шунтирования (АКШ): маммарно-коронарный шунт (МКШ) к ПНА, аутовенозный шунт (АВШ) к задней нисходящей артерии (ЗНА) и АВШ к ВТК. С 2015 г. диагностируется пароксизмальная форма фибрилляции предсердий, рекомендован постоянный прием антиаритмической и антикоагулянтной терапии. На ЭКГ: пароксизм фибрилляции предсердий тахисистолической формы неизвестной давности, ЧСС 103 уд/мин. Протокол эхокардиографии:

дилатация предсердий, умеренная недостаточность митрального и трикуспидального клапанов, кальциноз аортального клапана, фракция выброса ЛЖ 47%. Тропонин I высокочувствительный: 1,310 нг/мл (0,000–0,040). Основной диагноз: ИБС. ОКС без подъема сегмента ST. Постинфарктный кардиосклероз. Состояние после АКШ. Пароксизмальная форма фибрилляции предсердий, тахисистолическая форма. Риск по шкале CHA₂DS₂-VASc 3 балла. HAS-BLED 2 балла. Пациенту была проведена экстренная коронарошунтография (рис. 4). Ствол ЛКА проходим, стеноз ПНА 70% в проксимальном отделе, окклюзия в среднем отделе, дистальное русло заполняется из МКШ к ПНА, МКШ к ПНА проходим, протяженный стеноз ДВ1 до 70% в проксимальном отделе, ОА проходима, окклюзия ВТК в проксимальном отделе, дистальное русло заполняется из АВШ к ВТК, АВШ к ВТК проходим, ПКА изменена, протяженный стеноз до критического в среднем отделе, стеноз 30% в дистальном отделе, окклюзия ЗНА в проксимальном отделе, дистальное русло заполняется по коллатералям из ЛКА, АВШ к ЗНА окклюзирован в проксимальном отделе, стеноз ЛЖВ 40% в среднем отделе.

Учитывая данные коронарошунтографии, клиническую картину, результаты лабораторных и инструментальных исследований, было приня-

то решение о выполнении ЧКВ ПКА в экстренном порядке. Проводниковый катетер JR4 6 F подведен к устью ПКА. Внутривенно введено

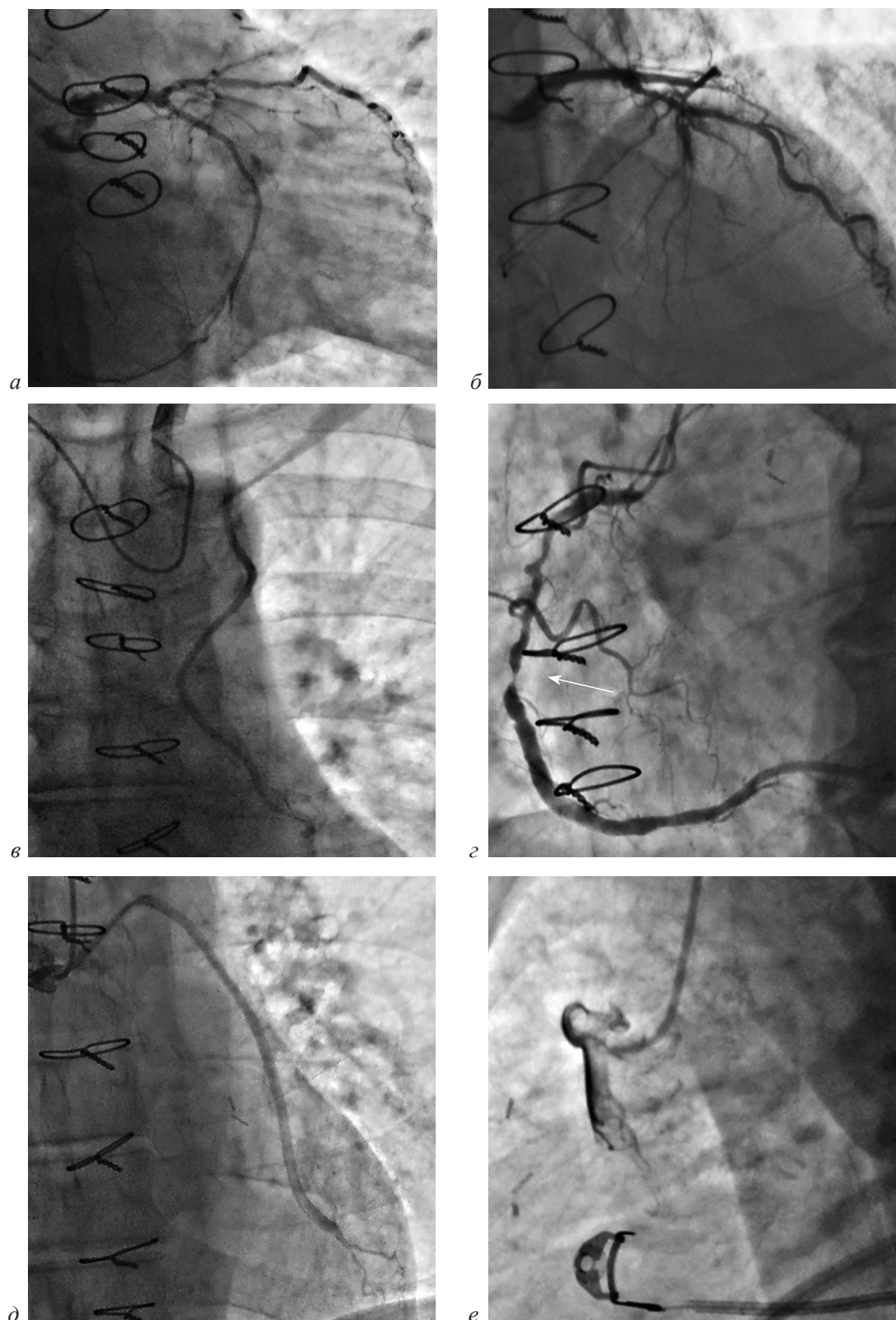


Рис. 4. Коронарошунтография:

а, б – проекции левого коронарного бассейна; *в* – МКШ к ПНА; *г* – протяженный стеноз до критического в среднем отделе ПКА (указан стрелкой); *д* – АВШ к ВТК; *е* – окклюзированный АВШ к ЗНА

гепарина 8000 ЕД (100 ЕД/кг). Коронарный проводник РТ2 0,014" заведен через место критического стеноза в среднем отделе ПКА в дистальный отдел ЛЖВ. Поочередная дилатация места стеноза в среднем отделе ПКА баллонными катетерами высокого давления 2,5×20, 3,0×20, 3,5×15 мм и «режущим» баллонным катетером 3,0×20 мм – на всех этапах сохранение выраженной перетяжки на баллоне (рис. 5, *а*). На ангиографии – признаки протяженных линейных диссекций в среднем отделе ПКА (рис. 5, *б*). При помощи баллонного катетера Stingray коронарный проводник Cross-IT 300ХТ 0,014" проведен через субинтимальное пространство в месте ригидного стеноза ПКА и выведен в истинный просвет ПКА в среднем отделе с последующим продвижением в дистальный отдел ПКА (рис. 5, *в*). Выполнена баллонная вазодилатация с имплантацией 1 СЛП 3,5×32 мм в место протяженного стеноза в среднем отделе ПКА, дистальнее места его ригидной части.

Баллонная дилатация субинтимального пространства в месте ригидного стеноза баллонным катетером 3,0×15 мм – незначительная перетяжка на баллоне (рис. 6, *а*). Коронарный проводник РТ2 0,014" извлечен из ПКА.

Следующим этапом выполнена баллонная вазодилатация с имплантацией 1 СЛП 3,5×24 мм в средний–проксимальный отделы ПКА в место ригидного стеноза, «внахлест» с местом ранее имплантированного стента (рис. 6, *б*). На контрольной ангиографии: просвет артерии восстановлен, без признаков диссекции и дистальной эмболии, сохраняется остаточный стеноз 30% в месте кальцинированной ригидной АСБ (рис. 6, *в*).

Послеоперационный период без осложнений. Клиника стенокардии не рецидивировала. Пациент с улучшением и рекомендациями выписан на 5-е сутки под наблюдение кардиолога по месту жительства.

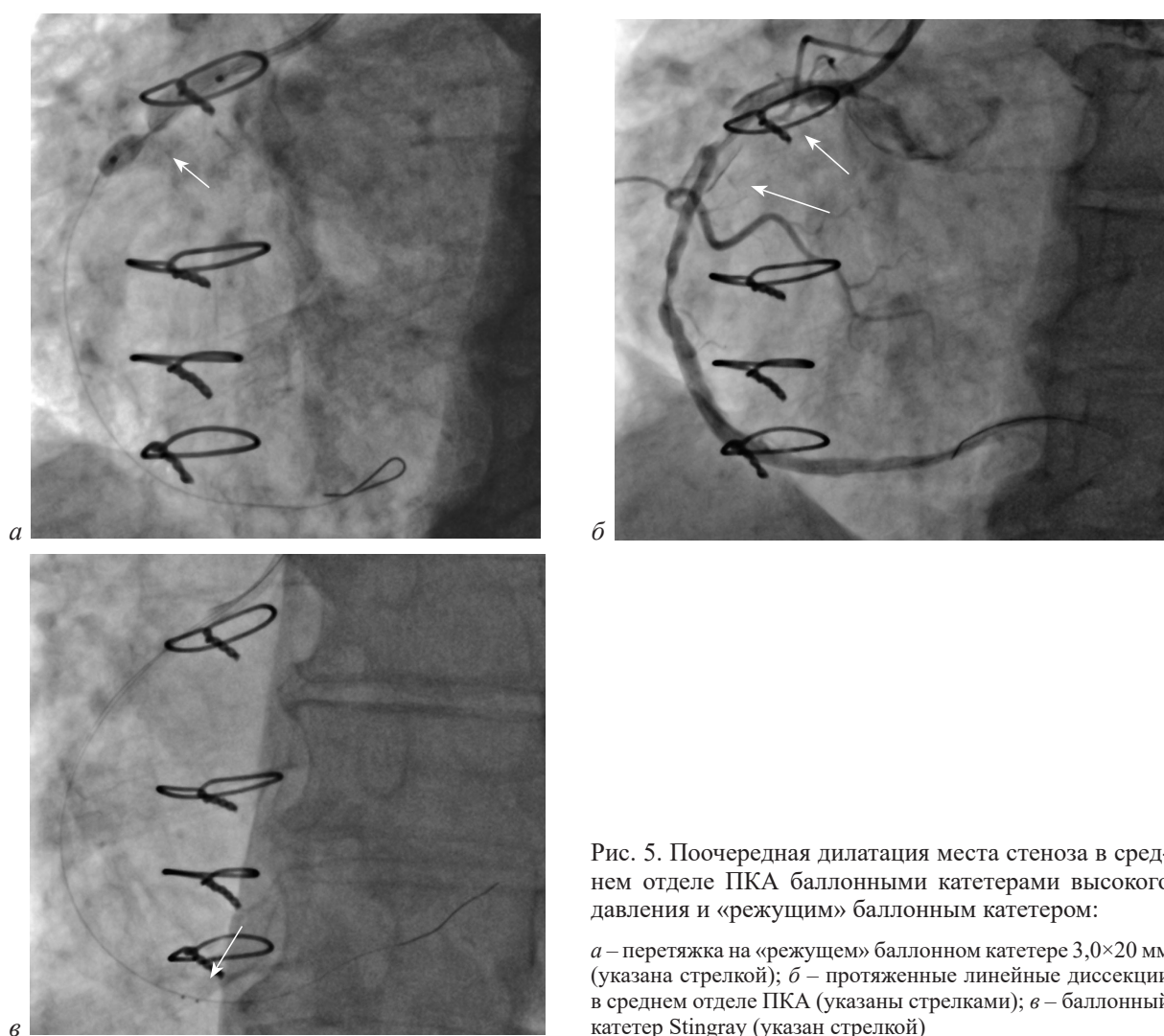


Рис. 5. Поочередная дилатация места стеноза в среднем отделе ПКА баллонными катетерами высокого давления и «режущим» баллонным катетером:

а – перетяжка на «режущем» баллонном катетере 3,0×20 мм (указана стрелкой); *б* – протяженные линейные диссекции в среднем отделе ПКА (указаны стрелками); *в* – баллонный катетер Stingray (указан стрелкой)

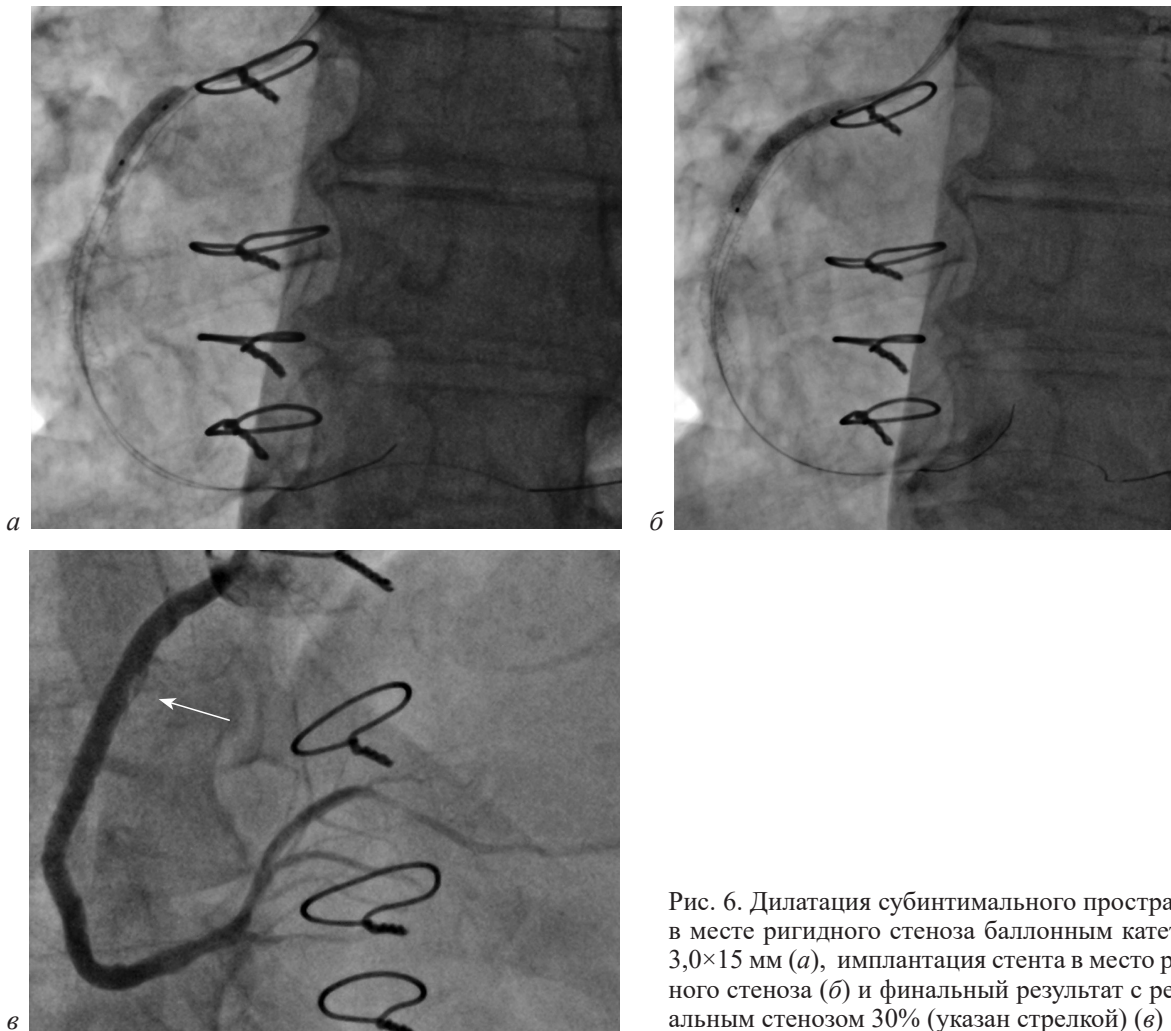


Рис. 6. Дилатация субинтимального пространства в месте ригидного стеноза баллонным катетером 3,0×15 мм (а), имплантация стента в место ригидного стеноза (б) и финальный результат с резидуальным стенозом 30% (указан стрелкой) (в)

Обсуждение

Кальциноз коронарных артерий представляет большой интерес, поскольку наличие и тяжесть коронарной кальцификации – прямое доказательство наличия и распространенности ИБС [4]. Этот процесс начинается с отложения микрокальцинатов (от 0,5 до 15,0 мм), которые со временем сливаются в более крупные фрагменты кальция, что приводит к образованию пластинчатых отложений (более 3 мм) [5]. Стоит отметить, что пожилой возраст и ряд сопутствующих заболеваний (например, сахарный диабет и хроническая болезнь почек) предрасполагают к кальцинозу коронарных артерий. Умеренно или сильно кальцинированные бляшки являются виновниками ОКС без подъема сегмента ST в 27% случаев и ОКС с подъемом сегмента ST в 30% случаев [2].

Преддилатацию ригидного стеноза, как правило, начинают с использования баллон-

ного катетера высокого давления NC (non compliant). Он обладает лучшей дилатирующей силой, чем «комплаентный» баллонный катетер, но при наличии выраженной кальцификации АСБ баллон NC может, как и обычный баллон, не оказать необходимого эффекта, раздуваясь по типу «собачьей косточки» [6]. В представленных клинических случаях мы начали преддилатацию кальцинированных стенозов с баллонных катетеров высокого давления. Стоит помнить, что чрезмерная инфляция баллонного катетера или превышение диаметра баллона для преодоления эффекта «собачьей косточки» может привести к диссекции коронарного сосуда или вызвать его перфорацию.

Баллонный катетер сверхвысокого давления OPN представляет собой баллон с номинальным давлением разрыва 35 атм, в котором используется новая технология двухслойного баллона, обеспечивающая его равномерное расширение, исключая эффект «собачьей косточки» [6]. Следует отметить, что баллон-

ные катетеры такой модификации нешироко распространены в арсенале большинства рентгенооперационных.

При отсутствии эффекта от преддилатации баллонными катетерами различного профиля, в том числе высокого давления, возможно применение «режущих» баллонных катетеров, которые представляют собой неэластичный баллон с 3 или 4 микрохирургическими лезвиями (атеротомами), закрепленными продольно на его внешней поверхности [7]. Баллонный катетер такой модификации повреждает кальцинированную АСБ за счет надреза в продольном направлении [8]. Такая радикальная преддилатация часто приводит к диссекции и дистальной эмболизации атеротромботическими остатками, что может вызвать синдром no-reflow или стать причиной перфорации [2]. К сожалению, использованные нами режущие баллонные катетеры в обоих случаях не смогли преодолеть жесткость кальцинированного конгломерата АСБ. После использования «режущего» баллонного катетера на ангиографии мы увидели линейные диссекции, что является следствием такой «агрессивной» преддилатации.

Сегодня производители медицинских изделий предлагают также «надсекающий» баллонный катетер, который окружен нитиновыми спиралями. Принцип его действия во многом соответствует «режущему» баллонному катетеру. При его высокой эффективности есть сообщения о неудачных попытках извлечения баллонного катетера из коронарной артерии в результате защемления нитиновой оболочки в сильно кальцинированных участках [6].

Наиболее эффективный метод воздействия на ригидные кальцинированные АСБ коронарных артерий – ротационная атерэктомия. Бур ротатора размельчает кальцинированную АСБ на микроскопические фрагменты, восстанавливая проходимость сосуда и подготавливая площадку для дальнейшей имплантации стента. Как показано в большом ретроспективном анализе, использование ротационной атерэктомии довольно безопасно и имеет низкий уровень процедурных осложнений у операторов с большим опытом применения данной методики. Частота внутрибольничных 30-дневных и 12-месячных серьезных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий низкая и существенно не отличается от мето-

дик стандартной подготовки зоны имплантации стента. Стоит отметить, что хотя осложнения редки, они могут быть потенциально опасными для жизни пациента [9].

Использование ротационной атерэктомии противопоказано при тромботических поражениях коронарных артерий, согласно рекомендациям производителей устройств. Внутрикоронарный тромбоз почти всегда отмечается у пациентов с ОКС, даже если это не очевидно по данным ангиографии. Ротабляция может привести к дистальной эмболизации микрочастицами, что способствует дальнейшей ишемии и приводит к дополнительному мионекрозу и бради-/тахикардиям [2]. Учитывая экстренный характер оперативных вмешательств, мы приняли решение воздержаться от применения ротационной атерэктомии у пациентов с ОКС.

Внутрисосудистая литотрипсия – новый метод, использующий волны акустического давления для модификации внутрисосудистого кальция, что улучшает податливость сосуда и оптимизирует дальнейшее раскрытие стента. По данным исследований, внутрисосудистая литотрипсия, безопасная и высокоэффективная методика. Однако все эти исследования не были рандомизированными, в них отсутствовала контрольная группа [10]. Хотя эти отчеты содержат предварительные доказательства эффективности и безопасности, а также дают представление о механизме модификации кальция, они ограничены небольшим размером выборки [11]. Немаловажно отметить, что этот метод далеко не всегда может быть доступен, так как пока не все медицинские учреждения нашей страны, включая наше, оснащены данным оборудованием. Кроме того, не все операторы владеют этой техникой.

В рассмотренных клинических случаях было выполнено проведение коронарного проводника через субинтимальное пространство с выходом в истинный просвет с последующей баллонной дилатацией субинтимального пространства и имплантацией коронарного стента. Стент «отдавил» кальцинированный конгломерат АСБ с участком истинного просвета, что позволило восстановить проходимость артерии с оптимальным ангиографическим результатом.

Следует отдельно остановиться на возможности субинтимального прохождения стеноза, что не всегда технически легко исполнить.

Ввод коронарного проводника в субинтимальное пространство с последующим выходом из него можно осуществить с помощью таких методик, как извлечение и перенаправление проводника субинтимально, техника параллельных проводников, применение системы Stingray, использование ретроградного подхода [12].

В первом клиническом случае мы использовали второй коронарный проводник, который завели субинтимально, благодаря имеющейся протяженной линейной диссекции. Во втором случае для выхода в истинный просвет применили систему Stingray. Правильный выбор коронарного проводника и его техники заведения играет большую роль в успехе стентирования через субинтимальное пространство.

При субинтимальном стентировании кальцинированная АСБ отдавливается стентом, что может привести к неполному прилеганию баллонов стента и образованию резидуального стеноза. Стоит рассмотреть вероятность развития последующего рестеноза или тромбоза стента при наличии резидуального стеноза. По данным, приведенным в европейском метаанализе, опубликованном в статье Y. Ozaki et al., тромбоз стента наблюдался значительно чаще при неполном прилегании стента (20,6%), чем у пациентов с хорошей аппозицией (2,0%) [13]. По данным многих исследований, недостаточное раскрытие стента является мощным предиктором последующего рестеноза [14]. На контрольной ангиографии в первом клиническом случае мы наблюдали остаточный стеноз 20%, во втором – 30%. Недавние крупные рандомизированные исследования, сравнивающие субинтимальные техники реканализации с имплантацией стента через субинтимальное пространство и стандартные ЧКВ с имплантацией стента в истинный просвет, показали сопоставимые среднесрочные клинические результаты вероятности развития рестеноза или тромбоза стента. Например, такое исследование, включающее 75 пациентов, было описано в статье E. Xhera et al. [15]. В статье S. Rinfret et al. описано исследование, включающее когорту из 192 пациентов, которым была выполнена реканализация хронической окклюзии коронарной артерии с использованием техники субинтимальной реканализации DART (Dissection and Re-Entry Techniques). Применение данных техник, неизменно приводящих к субинтимальному стентированию,

не оказало существенного неблагоприятного влияния на отдаленные результаты (в том числе рестеноз и тромбоз стента) [16]. Следовательно, шанс развития рестеноза или тромбоза стента у обоих пациентов будет не выше, чем среднестатистические показатели рестеноза или тромбоза при имплантации стента в истинный просвет. Гораздо большую роль в снижении вероятности развития этих осложнений играет имплантация СЛП, нежели непокрытых стентов, а также строгое соблюдение режима антиагрегантной терапии [15].

Заключение

Сегодня в арсенале рентгенэндоваскулярного хирурга есть различные устройства и методики для подготовки площадки перед имплантацией стента при ригидном кальцинированном стенозе. Однако все методики имеют свои осложнения и могут быть неэффективны. Техника субинтимального стентирования коронарных артерий при ригидных кальцинированных поражениях может быть рассмотрена как одна из возможных методик для восстановления проходимости коронарной артерии в сложной клинической ситуации.

Литература/References

1. Dong Y., Chen H., Gao J., Liu Y., Li J., Wang J. Molecular machinery and interplay of apoptosis and autophagy in coronary heart disease. *J. Mol. Cell. Cardiol.* 2019; 136: 27–41. DOI: 10.1016/j.yjmcc.2019.09.001
2. Karimi Galougahi K., Shlofmitz E., Jeremias A., Gogia S., Kirtante A.J., Hill J.M. et al. Therapeutic approach to calcified coronary lesions: disruptive technologies. *Curr. Cardiol. Rep.* 2021; 23 (4): 33. DOI: 10.1007/s11886-021-01458-7
3. Рзаева К.А., Утегенов Р.Б., Шокирова З.К., Газизов Р.А., Аббасов Д.И., Куропий Т.С. и др. Возможности прижизненных методов внутрисосудистой визуализации нестабильной атеросклеротической бляшки как основного субстрата острого коронарного синдрома. *Эндоваскулярная хирургия.* 2021; 8 (1): 7–19. DOI: 10.24183/2409-4080-2021-8-1-7-19
Rzaeva K.A., Utegenov R.B., Shokirova Z.K., Gazizov R.A., Abbasov D.I., Kuropiy T.S. et al. Potential of intravital methods of intravascular visualization of unstable atherosclerotic plaque as the main substrate of acute coronary syndrome. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2021; 8 (1): 7–19 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2021-8-1-7-19
4. Onnis C., Virmani R., Kawai K., Nardi V., Lerman A., Cademartiri F. et al. Coronary artery calcification: current concepts and clinical implications. *Circulation.* 2024; 149(3): 251–266. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.123.065657
5. Mori H., Torii S., Kutyna M., Sakamoto A., Finn A.V., Virmani R. Coronary artery calcification and its progression.

- JACC: Cardiovascular Imaging*. 2018; 11 (1): 127–142. DOI: 10.1016/j.jcmg.2017.10.012
6. Raja Y., Routledge H.C., Doshi S.N. A noncompliant, high pressure balloon to manage undilatable coronary lesions. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2010; 75 (7): 1067–1073. DOI: 10.1002/ccd.22430
 7. Bejarano J. The cutting balloon for in-stent restenosis: a review. *J. Interv. Cardiol.* 2004; 17 (4): 203–209. DOI: 10.1111/j.1540-8183.2004.00379.x
 8. Unterberg C., Buchwald A.B., Schmidt T., Kreuzer H., Wlegand V., Barath P. Cutting balloon coronary angioplasty-initial clinical experience. *Clin. Cardiol.* 1993; 16 (9): 660–664. DOI: 10.1002/clc.4960160907
 9. Iannopollo G., Gallo F., Mangieri A., Laricchia A., Erriquez A., Tzanis G. et al. Tips and tricks for rotation atherectomy. *J. Invasive Cardiol.* 2019; 31 (12): E376–E383.
 10. Ali Z.A., Nef H., Escaned J., Werner N., Banning A.P., Hill J.M., Di Mario C. Safety and effectiveness of coronary intravascular lithotripsy for treatment of severely calcified coronary stenoses: the Disrupt CAD II Study. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2019; 12 (10): e008434. DOI: 10.1161/circinterventions.119.008434
 11. Hill J.M., Kereiakes D.J., Shlofmitz R.A., Klein A.J., Riley R.F., Price M.J., Stone G.W. Intravascular lithotripsy for treatment of severely calcified coronary artery disease. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2020; 76 (22): 2635–2646. DOI: 10.1016/j.jacc.2020.09.603
 12. Jaber W.A., Brilakis E.S. Antegrade fenestration and re-entry: the legacy continues. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2018; 92 (3): 505–506. DOI: 10.1002/ccd.27802
 13. Ozaki Y., Okumura M., Ismail T.F., Naruse H., Hattori K., Kan S. et al. The fate of incomplete stent apposition with drug-eluting stents: an optical coherence tomography-based natural history study. *Eur. Heart J.* 2010; 31 (12): 1470–1476. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq066
 14. Zotz R.J., Dietz U., Lindemann S., Genth-Zotz S. Koronare Restenose. *Herz.* 2018; 44 (1): 35–39. DOI: 10.1007/s00059-018-4777-0
 15. Xhepa E., Cassese S., Rroku A., Joner M., Pinieck S., Ndrepepa G., Fusaro M. Subintimal versus intraplaque recanalization of coronary chronic total occlusions. *JACC: Cardiovascular Interventions.* 2019; 12 (19): 1889–1898. DOI: 10.1016/j.jcin.2019.04.049
 16. Rinfret S., Ribeiro H.B., Nguyen C.M., Nombela-Franco L., Ureña M., Rodes-Cabau J. Dissection and re-entry techniques and longer-term outcomes following successful percutaneous coronary intervention of chronic total occlusion. *Am. J. Cardiol.* 2014; 114 (9): 1354–1360. DOI: 10.1016/j.amjcard.2014.07.067

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.131-007.271-089.819.1

Эндоваскулярная паллиативная коррекция атрезии легочной артерии с интактной межжелудочковой перегородкой

К.А. Рзаева^{1, 2✉}, И.А. Соинов¹, Ю.Ю. Кулябин¹, А.В. Войтов¹, А.Н. Архипов¹, Ю.Н. Горбатов¹

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. академика Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, Новосибирск, Российская Федерация

² ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉ **Рзаева Ксения Асифовна**, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0001-7254-0733, e-mail: ksusha.rzaeva@yandex.ru

Соинов Илья Александрович, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0003-3691-2848

Кулябин Юрий Юрьевич, канд. мед. наук, мл. науч. сотр., сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-2361-5847

Войтов Алексей Викторович, канд. мед. наук, сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0003-3797-4899

Архипов Алексей Николаевич, канд. мед. наук, заведующий отделением, сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0003-3234-5436

Горбатов Юрий Николаевич, д-р мед. наук, профессор, вед. науч. сотр., сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-6204-5381

Резюме

Атрезия легочной артерии (ЛА) с интактной межжелудочковой перегородкой – тяжелый врожденный порок сердца, при котором требуется экстренное хирургическое вмешательство. Восстановление антеградного кровотока из правого желудочка (ПЖ) в ЛА может быть первым шагом к достижению бивентрикулярного кровообращения, за исключением случаев выраженной гипоплазии ПЖ или зависимого от ПЖ коронарного кровотока. Транскатетерная реканализация мембраны атрезированного клапана в сравнении с открытой хирургической коррекцией – эффективная и безопасная паллиативная процедура. Однако из-за небольшого опыта проведения транскатетерных методов лечения при атрезии ЛА с интактной межжелудочковой перегородкой в каждом центре до сих пор отсутствуют точные рекомендации по проведению интервенционных вмешательств.

В статье представлен случай успешной антеградной реканализации клапана ЛА, баллонной вальвулотомии и стентирования артериального протока.

Ключевые слова: атрезия легочной артерии, реканализация клапана, стентирование, артериальный проток

Для цитирования: Рзаева К.А., Соинов И.А., Кулябин Ю.Ю., Войтов А.В., Архипов А.Н., Горбатов Ю.Н. Эндоваскулярная паллиативная коррекция атрезии легочной артерии с интактной межжелудочковой перегородкой. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (3): 371–376. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-371-376

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 02.08.2024
Принята к печати 28.08.2024

Endovascular palliative correction of pulmonary atresia with an intact interventricular septum

К.А. Rzaeva^{1, 2✉}, I.A. Soynov¹, Yu.Yu. Kulyabin¹, A.V. Voytov¹, A.N. Arkhipov¹, Yu.N. Gorbatykh¹

¹ Meshalkin National Medical Research Center, Novosibirsk, Russian Federation

² Almazov National Medical Research Center, Saint Peterburg, Russian Federation

✉ **Kseniya A. Rzaeva**, Doctor for X-ray Endovascular Diagnosis and Treatment; orcid.org/0000-0001-7254-0733, e-mail: ksusha.rzaeva@yandex.ru

Ilya A. Soynov, Cand. Med. Sci., Cardiovascular Surgeon, Senior Researcher; orcid.org/0000-0003-3691-2848

Yuriy Yu. Kulyabin, Cand. Med. Sci., Cardiovascular Surgeon, Junior Researcher; orcid.org/0000-0002-2361-5847

Aleksey V. Voytov, Cand. Med. Sci., Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-3797-4899

Aleksey N. Arkhipov, Cand. Med. Sci., Head of the Department, Cardiovascular Surgeon;
orcid.org/0000-0003-3234-5436

Yuriy N. Gorbatykh, Dr. Med. Sci., Professor, Leading Researcher, Cardiovascular Surgeon;
orcid.org/0000-0002-6204-5381

Abstract

Pulmonary atresia with an intact interventricular septum is a severe congenital heart disease that requires urgent surgical intervention. Restoration of antegrade blood flow from the right ventricle to the pulmonary artery may be the first step towards achieving biventricular circulation in patients with severe pancreatic hypoplasia or pancreatic-dependent coronary blood flow, except for those with these conditions. Transcatheter recanalization of the atretic valve membrane is an effective and safe palliative procedure. However, but due to the lack of experience with transcatheter techniques for treating pulmonary artery atresia with an intact interventricular septum, there are currently no precise guidelines for interventional procedures at each center.

We present a case of successful antegrade pulmonary artery valve recanalization, balloon valvulotomy, and ductus arteriosus stenting.

Keywords: pulmonary atresia, valve recanalization, stenting, arterial duct

For citation: Rzaeva K.A., Soynov I.A., Kulyabin Yu.Yu., Voytov A.V., Arkhipov A.N., Gorbatykh Yu.N. Endovascular palliative correction of pulmonary atresia with an intact interventricular septum. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (3): 371–376 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-371-376

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

Received August 02, 2024

Accepted August 28, 2024

Введение

Атрезия легочной артерии (ЛА) с интактной межжелудочковой перегородкой – редкий врожденный порок сердца (ВПС) с частотой встречаемости от 3 до 8 случаев на 100 000 новорожденных [1, 2]. При таком варианте порока легочный кровоток является дуктусзависимым, поэтому требуется экстренное хирургическое или транскатетерное вмешательство для обеспечения оптимального кровотока в ЛА.

Восстановление антеградного кровотока из правого желудочка (ПЖ) в ЛА может быть первым шагом к достижению бивентрикулярного кровообращения, за исключением случаев выраженной гипоплазии ПЖ или зависящего от ПЖ коронарного кровотока [3]. По данным ряда авторов, зачастую требуется создание дополнительного источника легочного кровотока в виде наложения системно-легочного анастомоза или стентирования артериального протока [4–6]. В литературе описаны разные методы транскатетерной реканализации атрезированного клапана ЛА [7–9]. Транскатетерную радиочастотную абляцию обычно проводят в некоторых центрах, однако стоимость и доступность оборудования ограничивают ее использование. Сообщалось о перфорации легочного клапана с использованием жесткого конца коронарной направляющей проволоки, но эта процедура связана с осложнениями

из-за меньшего контроля перфорирующей системы [10].

Мы представляем случай успешной антеградной реканализации клапана ЛА, баллонной вальвулотомии и стентирования артериального протока.

Описание случая

Пациент, доношенный новорожденный, поступил в клинику с цианозом на 3-и сутки после рождения с диагнозом атрезия ЛА с интактной межжелудочковой перегородкой. О пороке известно с 21-й недели беременности. При обследовании: масса тела 3580 г, генерализованный цианоз, сатурация 60% при 100% FiO₂, пульс нормальный, артериальное давление 65/40 мм рт. ст., частота сердечных сокращений 154 уд/мин. При аускультации тоны сердца ясные, ритмичные, шумы выслушиваются над всей областью сердца. На электрокардиограмме: синусовый ритм, признаки гипертрофии правых отделов сердца. Выполнена трансторакальная эхокардиография (ЭхоКГ): расширена полость правого предсердия, открытое овальное окно 3 мм, диаметр артериального протока 4 мм на фоне инфузии вазопрастана. Отмечаются гипертрофия стенок ПЖ, выраженная гипоплазия полости ПЖ (конечный диастолический объем 2 мл). Диаметр выводного отдела правого желудочка (ВОПЖ) 5 мм. Створки трехстворчатого клапана неоднородны по структуре, фиброзны, ограничены в подвижности, диаметр кольца 8 мм

(Z-score $-2,62$), подклапанные хорды укорочены. Площадь отверстия клапана $0,2 \text{ см}^2$, пиковый градиент давления 7 мм рт. ст. , трикуспидальная регургитация 3 ст. Атрезия клапана ЛА. Прямой поток в ЛА отсутствует, диаметр кольца 7 мм (Z-score $-0,81$). Ствол ЛА заполняется через открытый артериальный проток (ОАП).

Состояние пациента стабилизировано простагландином E1 в дозе 10 нг/кг/мин и допамином на уровне 8 мкг/кг/мин . Достигнут уровень сатурации 85% . На 4-й день ребенок взят в рентгенооперационную на катетеризацию сердца и транскатетерную реканализацию и вальвулотомию атрезированного клапана ЛА.

Техника перфорации клапана легочной артерии и вальвулопластика легочной артерии

Выполнена пункция правой бедренной вены. Установлен интродьюсер 4 Fr. При помощи катетера типа JR 4 Fr выполнена правая вентрикулография в переднезадней и боковой проекциях с целью определения размера полости ПЖ, морфологии ВОПЖ (рис. 1). По данным ангиокардиографии определяются: атрезия клапана легочной артерии, выраженная гипоплазия полости ПЖ, артериальный проток у легочного края 2 мм , ампулярная часть расширена до 6 мм . При прямой тензиометрии давление в ПЖ составило $105/0$ (17) мм рт. ст. , в правом предсердии среднее давление – 10 мм рт. ст. , в левом предсердии – 9 мм рт. ст.

Учитывая свободный ВОПЖ, наличие всех сегментов, составляющих ПЖ, хорошую морфологию мембраны клапана ЛА, было принято решение о выполнении транскатетерной вальвулотомии мембраны клапана ЛА, процедуры Рашкинда и стентирования ОАП. Диагностический катетер установлен по центру мембраны атрезированного клапана ЛА. Оптимальное положение катетера контролировалось небольшими инъекциями контрастного вещества ($1\text{--}2 \text{ мл}$) в ВОПЖ.

Пунктирована левая бедренная артерия, установлен интродьюсер 4 Fr. Катетер типа JR 4 Fr по ангиографическому проводнику ретроградно продвигали к дуге аорты для ангиографического контроля.

Затем выполнена реканализация мембраны жестким коронарным проводником Progress 80 (Abbott Vascular, CA, USA). Проводник проведен через ОАП в нисходящий отдел аорты (рис. 2, а, б). Затем баллонными катетерами разного диаметра – Maverick (Boston Scientific) (до 8 атм) $3 \times 20 \text{ мм}$ и «Колибри» (ООО «Ангиолайн») (до 4 атм) $6 \times 20 \text{ мм}$ – выполнена вальвулотомия атрезированного клапана (рис. 2, в). После открытия клапана систолическое и диастолическое артериальное давление в ПЖ снизилось ($50/0\text{--}7 \text{ мм рт. ст.}$), а градиент на клапане ЛА составил 10 мм рт. ст.

Правая вентрикулография подтвердила свободное прохождение контраста в ЛА и существенное уменьшение регургитации трехстворчатого клапана (рис. 3).

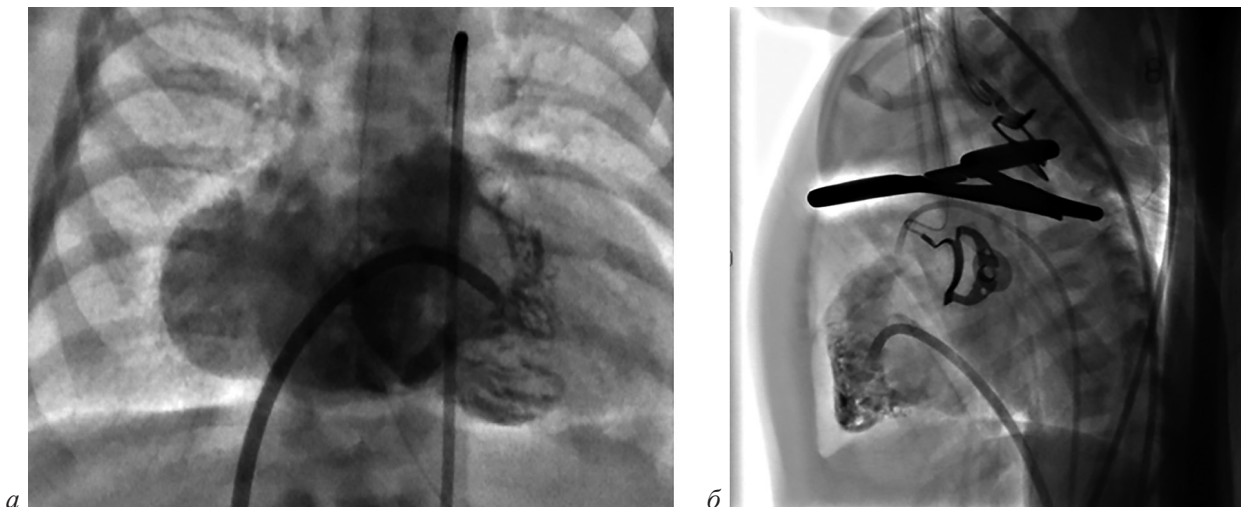


Рис. 1. Правая вентрикулография:

а – переднезадняя проекция: атрезия клапана ЛА по типу мембраны; б – боковая проекция: отмечается свободный ВОПЖ. Кончик диагностического катетера JR 4 Fr, проведенного ретроградно через ОАП в ЛА, смотрит в сторону мембраны клапана ЛА

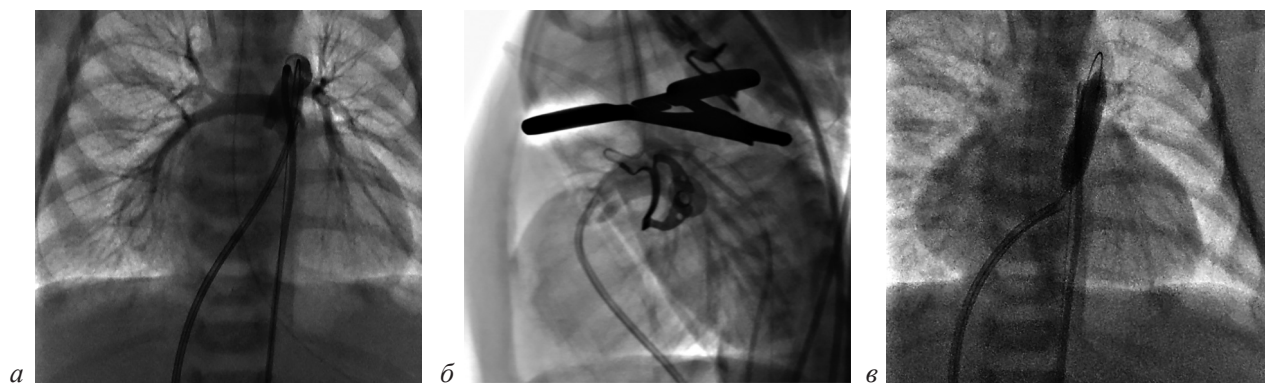


Рис. 2. Процесс антеградной реканализации атрезированного клапана ЛА с применением жесткого коронарного проводника:

а – переднезадняя проекция: легочное русло развито хорошо, контроль процесса реканализации мембраны осуществляется введением контрастного вещества через ОАП; *б* – боковая проекция показывает центральное положение катетера по отношению к мембране клапана ЛА; *в* – баллонная вальвулотомия с устранением перетяжки на уровне клапана на баллонном катетере

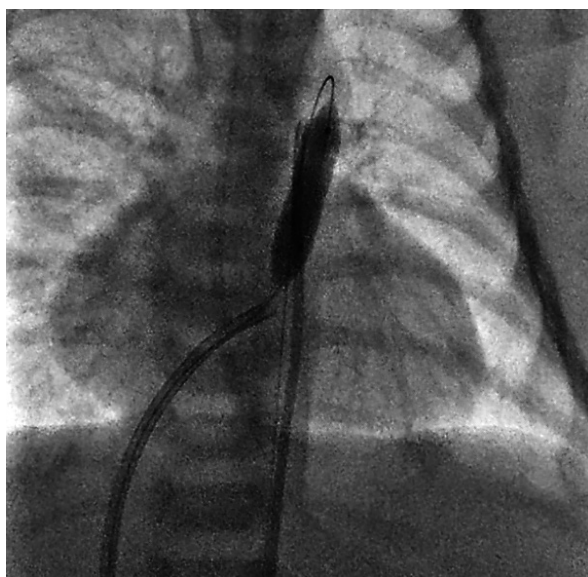


Рис. 3. Контрольная правая вентрикулография: свободный антеградный кровоток в легочное русло

Учитывая системный венозный застой, рестриктивное овальное окно (3 мм), одномоментно выполнена процедура Рашкинда баллонным катетером Z-5 (NuMED Canada, Inc) 13,5 мм с достижением диаметра дефекта межпредсердной перегородки 9 мм. Адекватность межпредсердной коммуникации оценивали с помощью трансторакальной ЭхоКГ. Учитывая большой диаметр ампулы артериального протока, принято решение отказаться от одномоментной имплантации стента во избежание его миграции в нисходящий отдел аорты при извлечении баллонного катетера из-под стента. Инфузия простагландинов прекращена за 10 ч до процедуры стентирования, на следующий день, по данным

трансторакальной ЭхоКГ, диаметр протока составил 2 мм на всем протяжении. Ребенок взят на второй этап в рентгенооперационную с целью стентирования артериального протока.

Техника стентирования артериального протока

Через левую бедренную артерию проводили диагностический катетер типа JR 4 Fr для ангиографического контроля момента имплантации стента. Выполнена пункция правой бедренной вены. Стент проводили антеградно через правый проводниковый катетер, установленный в стволе ЛА. Согласно ангиографическим измерениям, требуемый размер коронарного стента составил 3,5×18 мм. После правильной ориентации стента выполнена его имплантация (рис. 4). Ангиографический результат хороший, отмечается прирост сатурации с 80 до 95%. В течение 24 ч после стентирования проводили инфузию гепарина. Затем инфузию гепарина прекратили, ребенок получал аспирин в расчете 3–5 мг/кг/сут.

После операции состояние пациента оставалось стабильным, с уровнем насыщения крови кислородом 90% ребенок был выписан через 7 дней. Ультразвуковая доплерография перед выпиской выявила хороший легочный кровоток с градиентом 38 мм рт. ст., легкую степень регургитации клапана ЛА, регургитацию трехстворчатого клапана 1 ст. и хорошее функционирование стентированного протока.

Обсуждение

Атрезия ЛА – врожденное отсутствие прямого сообщения между ПЖ и ЛА – это доволь-



Рис. 4. Контрольная ангиография после стентирования артериального протока: стент имплантирован оптимально, захватывает легочный и аортальный конец артериального протока

но редкий ВПС, который отмечается в 2–3% случаев всех ВПС [1, 2].

Транскатетерная вальвулотомия при атрезии ЛА с интактной межжелудочковой перегородкой требует благоприятных анатомических условий:

- ПЖ имеет приточную, трабекулярную часть и выводной отдел с умеренной степенью гипоплазии, допускающей последующее его развитие;
- свободный путь оттока из ПЖ;
- атрезия клапана ЛА мембранного типа с анатомической непрерывностью [11, 12].

Во многих случаях лечение атрезии клапана ЛА с интактной межжелудочковой перегородкой проводят путем восстановления антеградного кровотока через ВОПЖ в ЛА с конечной целью достижения бивентрикулярного кровообращения [3]. Варианты хирургического и транскатетерного лечения для начальной паллиативной помощи новорожденным с этим пороком включают хирургическую вальвулотомию, реконструкцию ВОПЖ, создание системно-легочного шунта, трансвенозную перфорацию мембраны клапана ЛА с использованием диагностического и/или коронарного проводника, радиочастотной перфорации с последующей баллонной вальвулопластикой клапана ЛА со стентированием или без стентирования артериального протока [13–16]. J.K. Wang et al. в своей работе показали, что транскатетерная вальву-

лотомия может быть окончательным методом лечения атрезии ЛА с интактной межжелудочковой перегородкой со значением Z-score трехстворчатого клапана $-0,1$ и более, Z-score легочного клапана $-4,1$ и более и соотношением площадей правого и левого желудочков $0,65$ и более. В противном случае необходимо дополнительно формировать системно-легочный анастомоз или выполнять стентирование ОАП. Другим, не менее важным, анатомическим условием является исключение коронарного кровообращения, зависящего от ПЖ [17]. Анатомические коронарные обструкции и дополнительное синусоидальное кровообращение могут привести к жизнеугрожающей ишемии миокарда после восстановления антеградного кровотока и декомпрессии ПЖ.

В нашем клиническом случае Z-score трехстворчатого клапана и ЛА составил $-2,30$ и $-1,62$ соответственно, поэтому была принята тактика восстановления антеградного потока и создания дополнительного ретроградного источника кровотока в ЛА путем стентирования артериального протока.

L.A. Latson в 1991 г. впервые выполнил транскатетерную реканализацию клапана ЛА жестким концом ангиографического проводника; однако это технически сложно и сопряжено с осложнениями [18]. Впоследствии S.A. Qureshi et al. и J.M. Parsons et al. описали применение лазера для перфорации клапана ЛА [19, 20]. В настоящее время перфорация легочного клапана с использованием радиочастотного катетера является общепринятым и устоявшимся методом лечения этой аномалии. Однако высокая стоимость ограничивает доступность этого оборудования в странах с ограниченными ресурсами. Использование жестких коронарных проводников, целевое назначение которых заключается в реканализации хронических окклюзий коронарных артерий, для перфорации легочного клапана считается хорошей альтернативой ввиду их особого свойства – проникающей способности. Проникающая способность проводника зависит от жесткости кончика. Для реканализации мембраны клапана ЛА мы использовали жесткий коронарный проводник Hi-TORQUE Progress 80 (8,9 г, диаметр кончика $0,012''$). Полимерная оболочка среднего сегмента с гидрофильным покрытием обеспечила более облегченное проникновение через мембрану. Техниккой «бурения»

проводник продвигали вперед аккуратными вращательными движениями. Оплетка кончика обеспечивала хорошую тактильную обратную связь и управляемость. Чтобы избежать перфорации стенки ПЖ рекомендуется удерживать диагностический катетер в центре мембраны, как бы «насаживая» ее на кончик катетера. Правильную позицию катетера можно определить при одновременном контрастировании из ВОПЖ и артериального протока. Дальнейшая последовательная дилатация с увеличением диаметра баллона в большинстве случаев обеспечивает хороший антеградный кровоток.

Заключение

Транскатетерная реканализация клапана ЛА с последующей вальвулотомией баллонными катетерами – безопасная и эффективная методика с удовлетворительным результатом для обеспечения оптимального антеградного кровотока в ЛА у новорожденных с атрезией ЛА с интактной межжелудочковой перегородкой. Профилактическое стентирование артериального протока следует рассмотреть у новорожденных, у которых отмечается гипоплазия ПЖ средней и тяжелой степени и гипоплазия кольца клапана ЛА.

Литература/References

- Nykanen D.G. Pulmonary atresia and intact ventricular septum. In: Allen H.D., Driscoll D.J., Shaddy R.E., Feltes T.F. (Eds.). *Moss and Adams' heart disease in infants, children, and adolescents*. 7th ed. Baltimore, MD: Williams and Wilkins; 2008: 859–72.
- Pradat P., Francannet C., Harris J.A., Robert E. The epidemiology of cardiovascular defects, part I: a study based on data from three large registries of congenital malformations. *Pediatr. Cardiol.* 2003; 24 (3): 195–221. DOI: 10.1007/s00246-002-9401-6
- Chubb H., Pesonen E., Sivasubramanian S., Tibby S.M., Simpson J.M., Rosenthal E. et al. Long-term outcome following catheter valvotomy for pulmonary atresia with intact ventricular septum. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2012; 59 (16): 1468–1476. DOI: 10.1016/j.jacc.2012.01.022
- Alwi M., Kandavello G., Choo K.K., Aziz B.A., Samion H., Latiff H.A. Risk factors for augmentation of the flow of blood to the lungs in pulmonary atresia with intact ventricular septum after radiofrequency valvotomy. *Cardiol. Young.* 2005; 15 (2): 141–147. DOI: 10.1017/S1047951105000314
- Agnoletti G., Piechaud J.F., Bonhoeffer P., Aggoun Y., Abdel-Massih T., Boudjemline Y. et al. Perforation of the atretic pulmonary valve. Long-term follow-up. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2003; 41 (8): 1399–1403. DOI: 10.1016/s0735-1097(03)00167-0
- Humpl T., Soderberg B., McCrindle B.W., Nykanen D.G., Freedom R.M., Williams W.G. et al. Percutaneous balloon valvotomy in pulmonary atresia with intact ventricular septum: impact on patient care. *Circulation.* 2003; 108 (7): 826–832. DOI: 10.1161/01.CIR.0000084548.44131.D1
- Liava'a M., Brooks P., Konstantinov I., Brizard C., d'Udekem Y. Changing trends in the management of pulmonary atresia with intact ventricular septum: the Melbourne experience. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2011; 40 (6): 1406–1411. DOI: 10.1016/j.ejcts.2011.02.036
- Gibbs J.L., Blackburn M.E., Uzun O., Dickinson D.F., Parsons J.M., Chatrath R.R. Laser valvotomy with balloon valvoplasty for pulmonary atresia with intact ventricular septum: five years' experience. *Heart.* 1997; 77 (3): 225–228. DOI: 10.1136/hrt.77.3.225
- Justo R.N., Nykanen D.G., Williams W.G., Freedom R.M., Benson L.N. Transcatheter perforation of the right ventricular outflow tract as initial therapy for pulmonary valve atresia and intact ventricular septum in the newborn. *Cathet. Cardiovasc. Diagn.* 1997; 40 (4): 408–413. DOI: 10.1002/(sici)1097-0304(199704)40:4<408::aid-ccd21>3.0.co;2-h.
- Pinto R.I., Dalvi B. Transcatheter guidewire perforation of the pulmonary valve as a palliative procedure in pulmonary atresia with intact interventricular septum. *Indian Heart J.* 2004; 56 (6): 661–663.
- Pawade A., Capuani A., Penny D.J., Karl T.R., Mee R.B. Pulmonary atresia with intact ventricular septum: surgical management based on right ventricular infundibulum. *J. Card. Surg.* 1993; 8 (3): 371–383. DOI: 10.1111/j.1540-8191.1993.tb00379.x.
- Yang J.H., Jun T.G., Park P.W., Sung K., Kim W.S., Lee Y.T. et al. Exclusion of the non-functioning right ventricle in children with pulmonary atresia and intact ventricular septum. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2008; 33 (2): 251–256. DOI: 10.1016/j.ejcts.2007.11.023
- Hyang Kim Y. Pulmonary valvotomy with echocardiographic guidance in neonates with pulmonary atresia and intact ventricular septum. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2015; 85 (4): E123–E128. DOI: 10.1002/ccd.25727
- Alwi M. Management algorithm in pulmonary atresia with intact ventricular septum. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2006; 67 (5): 679–686. DOI: 10.1002/ccd.20672
- Yoldaş T., Örün U.A., Doğan V., Özgür S., Kutsal A., Tak S. et al. Transcatheter radiofrequency pulmonary valve perforation in newborns with pulmonary atresia/intact ventricular septum: echocardiographic predictors of biventricular circulation. *Echocardiography.* 2020; 37 (8): 1258–1264. DOI: 10.1111/echo.14811
- Jiao X.T., Zhao L.Q., Shen J., Wu Y.R., Zhao P.J., Sun K. et al. Outcomes of different types of pulmonary atresia in neonates treated by ductus arteriosus stenting. *Zhonghua Er Ke Za Zhi.* 2023; 61 (2): 136–140 (in Chinese). DOI: 10.3760/cma.j.cn112140-20221104-00934
- Wang J.K., Wu M.H., Chang C.I., Chen Y.S., Lue H.C. Outcomes of transcatheter valvotomy in patients with pulmonary atresia and intact ventricular septum. *Am. J. Cardiol.* 1999; 84 (9): 1055–1060. DOI: 10.1016/s0002-9149(99)00498-1
- Latson L.A. Non-surgical treatment of a neonate with pulmonary atresia and intact ventricular septum by transcatheter puncture and balloon dilation of the atretic valve membrane. *Am. J. Cardiol.* 1991; 68: 277–279. DOI: 10.1016/0002-9149(91)90765-d
- Qureshi S.A., Rosenthal E., Tynan M., Anjos R., Baker E.J. Transcatheter laser-assisted balloon pulmonary valve dilation in pulmonic valve atresia. *Am. J. Cardiol.* 1991; 67: 428–431. DOI: 10.1016/0002-9149(91)90056-q
- Parsons J.M., Rees M.R., Gibbs J.L. Percutaneous laser valvotomy with balloon dilatation of the pulmonary valve as primary treatment for pulmonary atresia. *Br. Heart J.* 1991; 66: 36–38. DOI: 10.1136/hrt.66.1.36

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.131.3-007.271-053.1-089.819.5

Реканализация и стентирование облитерированного открытого артериального протока при изолированной агенезии левой легочной артерии у ребенка в возрасте 3 месяцев

М.Г. Пурсанов¹✉, М.А. Абрамян^{1,2}, Э.А. Зекир¹, В.А. Ластовка¹, А.Ю. Гоцкина¹

¹ ГБУЗ г. Москвы «Морозовская детская городская клиническая больница Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Российская Федерация

² ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», Москва, Российская Федерация

✉ **Пурсанов Манолис Георгиевич**, д-р мед. наук, профессор, врач – рентгенэндоваскулярный хирург отделения экстренной кардиохирургии и интервенционной кардиологии; orcid.org/0000-0002-1421-1795, e-mail: mpursanov@rambler.ru

Абрамян Михаил Арамович, д-р мед. наук, профессор кафедры педиатрии, заведующий отделением экстренной кардиохирургии и интервенционной кардиологии; orcid.org/0000-0003-4018-6287

Зекир Энвер Анатольевич, врач – сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0009-0002-1769-1680

Ластовка Василий Анатольевич, канд. мед. наук, врач – анестезиолог-реаниматолог; orcid.org/0000-0002-3395-2812

Гоцкина Анастасия Юрьевна, ординатор, сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0009-0004-8635-3663

Резюме

Изолированная односторонняя агенезия легочной артерии (ОАЛА) – редкая врожденная аномалия, которая может протекать бессимптомно, диагноз зачастую ставят случайно после рентгенографии грудной клетки или эхокардиографии. В настоящем сообщении описан случай лечения 3-месячного ребенка, у которого выявлена изолированная агенезия левой легочной артерии при правосторонней дуге аорты «зеркального типа». Ребенку была выполнена проводниковая реканализация облитерированного открытого артериального протока (ОАП) с последующей транслюминальной баллонной ангиопластикой и стентированием с восстановлением кровотока к левому легкому. Технически проведение реканализации облитерированного ОАП – сложная задача, требующая большого опыта выполнения стентирования ОАП, а также понимания преимуществ использования всего инструментария, необходимого для осуществления подобных процедур.

Ключевые слова: агенезия легочной артерии, открытый артериальный проток, стентирование открытого артериального протока, стентирование, реканализация открытого артериального протока

Для цитирования: Пурсанов М.Г., Абрамян М.А., Зекир Э.А., Ластовка В.А., Гоцкина А.Ю. Реканализация и стентирование облитерированного открытого артериального протока при изолированной агенезии левой легочной артерии у ребенка в возрасте 3 месяцев. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (3): 377–383. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-377-383

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 04.07.2024
Принята к печати 22.07.2024

Recanalization and stenting of the obliterated patent ductus arteriosus in a 3-month-old infant with isolated agenesis of the left pulmonary artery

M.G. Pursanov¹✉, M.A. Abramyan^{1,2}, E.A. Zekir¹, V.A. Lastovka¹, A.Yu. Gotskina¹

¹ Morozov Children's City Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation

² Patrice Lumumba Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

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

Mikhail A. Abramyan, Dr. Med. Sci., Professor of Chair, Head of Department; orcid.org/0000-0003-4018-6287

Enver A. Zekir, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0009-0002-1769-1680

Vasiliy A. Lastovka, Cand. Med. Sci., Anesthesiologist-Resuscitator; orcid.org/0000-0002-3395-2812

Anastasiya Yu. Gotskina, Resident, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0009-0004-8635-3663

Abstract

Isolated unilateral pulmonary artery agenesis is a rare congenital anomaly that may be asymptomatic and is often diagnosed incidentally after chest radiography or echocardiography. We report a case of a 3-month-old infant diagnosed with isolated agenesis of the left pulmonary artery with a right-sided aortic arch of the "mirror type." The infant underwent guide-wire recanalization of an obliterated patent ductus arteriosus (PDA), followed by transluminal balloon angioplasty and stenting to restore blood flow to the left lung. Technically, performing recanalization of an obliterated PDA is a challenging task that requires extensive experience in PDA stenting, as well as a thorough understanding of the advantages of using all necessary tools for such procedures.

Keywords: agenesis of the pulmonary artery, patent ductus arteriosus, stenting of the patent ductus arteriosus, stenting, recanalization of the patent ductus arteriosus

For citation: Pursanov M.G., Abramyan M.A., Zekir E.A., Lastovka V.A., Gotskina A.Yu. Recanalization and stenting of the obliterated patent ductus arteriosus in a 3-month-old infant with isolated agenesis of the left pulmonary artery. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (3): 377–383 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-377-383

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

Received July 4, 2024
Accepted July 22, 2024

Введение

Односторонняя агенезия легочной артерии (ЛА) – редкая врожденная аномалия, обусловленная пороком развития шестой дуги аорты пораженной стороны в период эмбриогенеза [1–4]. Встречаемость этой аномалии составляет примерно 1 на 200 000 случаев, при этом агенезия левой легочной артерии отмечается еще реже. Агенезия правой легочной артерии встречается в два раза чаще, чем агенезия левой легочной артерии [3–6].

Односторонняя агенезия легочной артерии может возникать как отдельное заболевание или в сочетании с другими врожденными пороками сердца (ВПС) [7]. Клиническое течение при односторонней агенезии легочной артерии может быть бессимптомным, и диагноз часто устанавливается случайно после рентгенографии грудной клетки или эхокардиографии [8]. У больных с односторонней агенезией легочной артерии наблюдаются нормальный легочный ствол и одна из ветвей легочной артерии, при этом отмечается отсутствие контралатеральной ветви. Внутрелегочная сосудистая сеть и дистальная порция ЛА на стороне агенезии могут развиваться нормально и получать кровоснабжение из бронхиальных коллатеральных сосудов, что приводит к гиповаскуляризации легкого на пораженной стороне [6–8].

Большинство случаев изолированной агенезии легочной артерии диагностируется в детстве, но иногда некоторые бессимптомные случаи впервые выявляются во взрослом возрасте. Ранняя диагностика одностороннего отсутствия легочной артерии и соответствующее

последующее вмешательство могут значительно улучшить исход заболевания. Мы сообщаем о лечении ребенка 3 мес, у которого была выявлена изолированная агенезия левой легочной артерии при правосторонней дуге аорты. Ему была выполнена проводниковая реканализация облитерированного открытого артериального протока (ОАП) с последующей транслюминальной баллонной ангиопластикой (ТЛБАП) и стентированием с восстановлением кровотока к левому легкому.

Описание случая

Из анамнеза известно, что ребенок от первой беременности, самостоятельных родов на 40-й неделе. Рост при рождении 57 см, вес 3490 г. Беременность протекала без особенностей. ВПС, агенезия левой легочной артерии, установлен через месяц после рождения при плановом проведении ЭхоКГ. По месту жительства была выполнена мультиспиральная компьютерная томография, которая подтвердила диагноз односторонней агенезии левой легочной артерии, отмечена правая дуга аорты с правой нисходящей частью (тип сосудистого кольца) с «зеркальным» типом ветвления брахиоцефальных сосудов. У устья правостороннего брахиоцефального ствола (БЦС) определяется культя (рис. 1). Левая ЛА не прослеживается. Ствол легочного ствола диаметром 9,2 мм, правая ЛА – 7,0 мм. Клапан ЛА без стеноза. На компьютерной томографии визуализировалось усиление легочного рисунка левого легкого, его умеренная гипоплазия.

В возрасте 3 мес пациентка госпитализирована в плановом порядке в нашу клинику для

коррекции ВПС. Жалоб мама не предъявляла, особых симптомов не отмечала. На момент госпитализации масса тела – 6,5 кг, рост – 63 см, площадь поверхности тела составила 0,34 м². При поступлении: общее состояние удовлетворительное, сознание ясное, одышки и отеков нет. Цвет кожных покровов бледно-розовый, цианоз отсутствует. Находится на естественном вскармливании. Со стороны сердечно-сосудистой системы: АД 88/55 мм рт. ст., ЧСС 110/мин; пульс умеренного наполнения и напряжения. Ритм сердца синусовый, ритмичный. Тоны сердца звучные, без патологических шумов. Область сердца не изменена. Со стороны дыхательной системы: частота дыхательных движений 38 в минуту. Ритм дыхания регулярный; дыхание самостоятельное, естественным путем. Участие грудной клетки в дыхании равномерное; SPO₂ 97–98% на воздухе. Аускультативно выслушивается пуэрильное дыхание по всем легочным полям, хрипы не выслушиваются, перкуторный



Рис. 1. Мультиспиральная компьютерная томография сердца с контрастированием, 3D-реконструкция (VRT). Объяснение в тексте, культя ОАП указана стрелкой

звук ясный. Печень не увеличена, селезенка не пальпируется.

По данным ЭхоКГ: агенезия левой легочной артерии, правая дуга аорты, других ВПС нет. Фиброзное кольцо ЛА 8 мм, створки клапана легочной артерии тонкие, подвижные, регургитация отсутствует. Диаметр ствола легочной артерии 9 мм. Правая ветвь легочной артерии 7 мм.

Учитывая неблагоприятный отдаленный прогноз изолированной агенезии левой ЛА и наличие культи ОАП, решили выполнить эндоваскулярную реканализацию протока.

Под общей анестезией проведена пункция правой бедренной артерии с установкой интродьюсера 5 Fr. Внутривенно введен гепарин из расчета 100 ЕД/кг. Катетер «поросычий хвостик» 4 Fr проведен ретроградно в восходящий отдел аорты. Выполнена аортография из восходящего и нисходящего грудного отделов аорты в левой косой проекции (рис. 2). Выявлена правосторонняя дуга аорты «зеркального типа», отмечается культя ОАП, отходящего от устья правостороннего БЦС (см. рис. 2, а), от нисходящей грудной аорты отходят две аортолегочные коллатеральные артерии к левому легкому с заполнением дистальных внутрилегочных отделов левой легочной артерии (см. рис. 2, б). Учитывая наличие культи ОАП, решили выполнить реканализацию протока. В устье ОАП установлен проводниковый катетер JR 5Fr (рис. 3, а), и выполнена попытка реканализации ОАП коронарным проводником Filder, однако она оказалась безуспешной. Далее решили выполнить реканализацию коронарным проводником Conquest Pro 8–20, предназначенным для реканализации хронических окклюзий коронарных артерий. Проводник по микрокатетеру Cantata (Cook) направлен в начальный отдел ОАП и далее проведен в облитерированный проток. С целью определения правильного расположения проводника в просвете ОАП микрокатетер направлен по проводнику и выполнена ангиография, при которой отмечается паравазальное поступление контрастного вещества (рис. 3, б). Осуществлены несколько попыток проводниковой реканализации, в том числе с использованием техники двух проводников. Удалось провести проводник в дистальное русло левой ЛА, что подтверждено ангиографически по введению контрастного вещества через микрокатетер (рис. 3, в). Выполнена замена

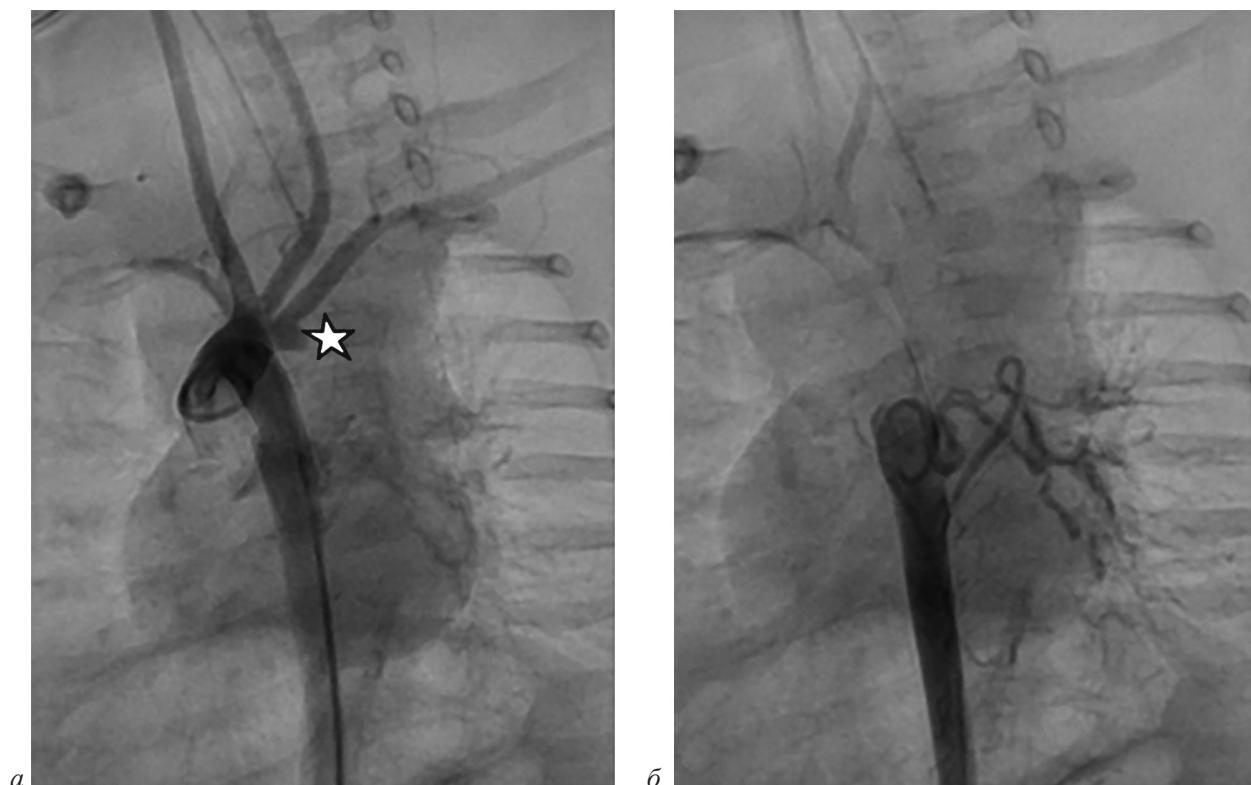


Рис. 2. Аортография из восходящего (а) и нисходящего грудного (б) отделов аорты в левой косой проекции:

а – выявляется правосторонняя дуга аорты с «зеркальным типом» отхождения брахиоцефальных сосудов, звездочкой указана культя ОАП; б – имеются две аортолегочные коллатеральные артерии, идущие к левому легкому

жесткого проводника Conquest Pro на коронарный проводник Filder длиной 300 см с направлением его в дистальные отделы нисходящей левой ЛА и с последующей ТЛБАП облитерированного ОАП коронарными баллонами (Powerline) 2,0×16 мм и (Honor) 2,5×20 мм. При контрольной ангиографии проходимость ОАП восстановлена (рис. 3, з). При ангиометрии протяженность ОАП составила 22–23 мм. Учитывая отсутствие длинного стента, решили выполнить стентирование протока двумя стентами. По проводниковому катетеру стент с лекарственным покрытием Firebird 2 3,0×13 мм проведен в ОАП и имплантирован таким образом, чтобы захватывал дистальный легочный конец протока. Второй стент Firebird 2 4,0×18 проведен в проток с захватом неармированного проксимального конца протока и расположением его дистальной части в ранее имплантированном стенте. После имплантации второго стента выполнена баллонная дилатация этим же баллоном (4,0×18 мм) дистального (первого) стента. Таким образом был армирован проток по всей длине и диаметром до 4 мм. При контрольной ангиографии отмечена хорошая проходимость ОАП с заполнением левой

ЛА (рис. 3, д, е). На этом операция завершена, периоперационных и послеоперационных осложнений не отмечалось, и через день ребенка выписали из больницы. Рекомендован прием аспирина в дозе 3–5 мг/кг веса.

Обсуждение

Изолированная агенезия ветви легочной артерии может приводить к значительным проблемам, связанным с кровообращением и газообменом в легких, что требует особого внимания со стороны врачей и исследователей. Несмотря на редкость, заболевание представляет собой важную клиническую проблему из-за потенциальных серьезных осложнений, таких как легочная гипертензия, хроническая легочная инфекция и сердечная недостаточность. Также может возникнуть кровохарканье и опасное для жизни легочное кровотечение [3, 7–10].

Современные методы диагностики и лечения могут позволить улучшить качество жизни пациентов с этим заболеванием, однако остаются вопросы, требующие дальнейшего изучения. Ранняя диагностика изолированной агенезии ветви легочной артерии в периоде

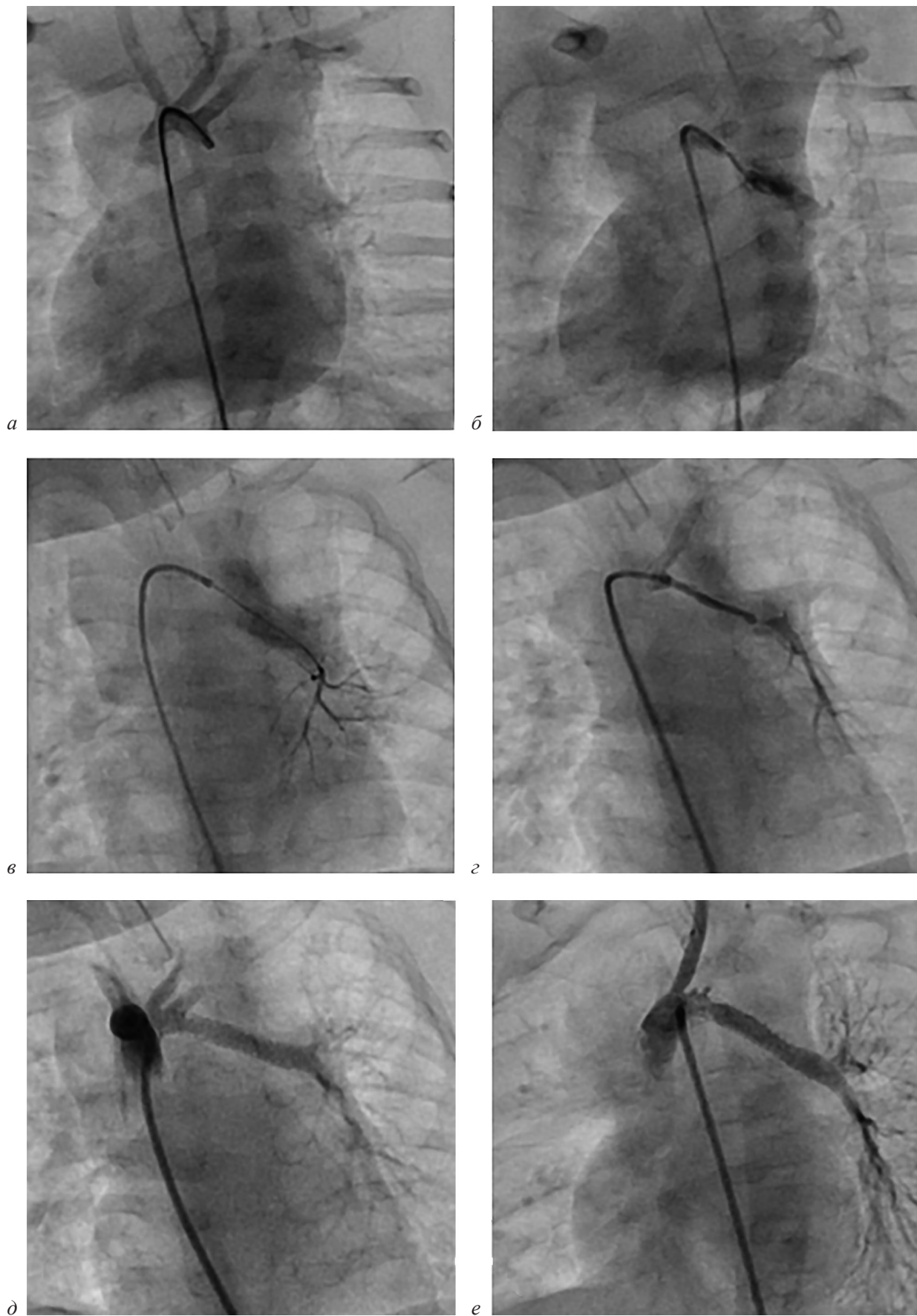


Рис. 3. Этапы реканализации и стентирования облитерированного ОАП при изолированной агенезии левой легочной артерии (а–е, пояснения в тексте)

новорожденности имеет принципиальное значение, так как позволяет сохранить кровоток в легком через ОАП за счет назначения простагландинов. В этих случаях возможно как хирургическое (наложение системно-легочного анастомоза), так и эндоваскулярное (стентирование ОАП) поэтапное паллиативное лечение, направленное на стимулирование роста дистальных сегментов легочной артерии с последующим хирургическим восстановлением естественного кровотока по ней.

Наличие гиповентилируемого, слабо перфузированного левого легкого объясняет развитие коллатеральных сосудов. У нашей пациентки не было серьезных жалоб, и кровоток в левом легком обеспечивался по двум коллатеральным сосудам, отходящим непосредственно от грудного нисходящего отдела аорты. Это объясняет отсутствие клинических симптомов. Поэтому длительное время пациенты с этой недиагностированной патологией остаются асимптомными. Однако при естественном течении заболевание прогрессирует и приводит к рецидивирующим респираторным инфекциям, кровохарканию, бронхоэктазам и легочной гипертензии, и тогда можно его заподозрить при отсутствии других известных причин.

Стентирование закрывающегося ОАП в большинстве случаев проводится у новорожденных с различными ВПС и дуктусзависимым легочным кровотоком на фоне инфузии простагландинов E1. [11, 12]. Сообщения о возможности реканализации закрытого протока встречаются редко, и это достаточно сложная процедура, связанная с трудностями реканализации и направления проводника в легочную артерию. С. Kampmann et al. впервые сообщили о реканализации и стентировании закрытого ОАП у новорожденного с массой тела 1,8 кг при тетраде Фалло с агенезией левой легочной артерии [13]. S. Kothari et al. осветили результаты реканализации и стентирования ОАП у 6 пациентов в возрасте 3–6 мес с транспозицией магистральных сосудов. Успешная процедура реканализации и стентирования ОАП была у 5 пациентов. Единственный неудачный случай был у ребенка, у которого не визуализировалась четко ампула протока при ангиографии [14]. Положительный опыт реканализации и стентирования ОАП при тетраде Фалло с агенезией левой ЛА описали A. Ahmed et al. [12].

Наше сообщение также подтверждает, что транскатетерная реканализация и стентирование закрытого по данным ангиографии ОАП у детей грудного возраста осуществимы и эффективны. Однако процедура технически сложна из-за трудности проводниковой реканализации ОАП. В нашем случае мы использовали коронарный проводник Conquest Pro 8-20, предназначенный для реканализации хронических окклюзий коронарных артерий. Несколько раз проводник уходил паравазально, что подтверждалось введением контрастного вещества через микрокатетер. В этом случае, как и при реканализации хронических окклюзий коронарных артерий, параллельно был проведен второй коронарный проводник, с помощью которого удалось выйти в просвет легочной артерии и выполнить ТЛБАП и стентирование ОАП. Принципиальным являлось армирование стентов по всей длине протока, вследствие чего были имплантированы два коронарных стента. Наш случай подчеркивает важность попытки реканализации ОАП в отдельных ситуациях, особенно когда имеется ампула протока.

Заключение

Изолированная агенезия ветви легочной артерии – редкое, но серьезное заболевание, требующее внимания со стороны медицинского сообщества. Исторически диагностические и лечебные подходы к этому состоянию значительно эволюционировали, что позволило улучшить раннюю диагностику и совершенствовать хирургические и эндоваскулярные вмешательства, что благотворно отразится на отдаленном прогнозе для пациентов. Тем не менее, остаются нерешенные вопросы, касающиеся оптимальных методов диагностики и лечения, особенно взрослых пациентов. Ранняя диагностика может предотвратить серьезные осложнения.

Современные возможности эндоваскулярной хирургии при изолированной агенезии ветви легочной артерии позволяют выполнить реканализацию и стентирование закрытого ОАП. Технически проведение реканализации облитерированного ОАП – сложная задача, требующая большого опыта выполнения его стентирования, а также понимания преимуществ использования всего инструментария, необходимого для осуществления подобных процедур.

Литература/References

1. Pool P.E., Vogel J.H., Blount S.G. Jr. Congenital unilateral absence of a pulmonary artery. The importance of flow in pulmonary hypertension. *Am. J. Cardiol.* 1962; 10: 706–732. DOI: 10.1016/0002-9149(62)90248-5
2. Toews W.H., Pappas G. Surgical management of absent right pulmonary artery with associated pulmonary hypertension. *Chest.* 1983; 84:497–499. DOI: 10.1378/chest.84.4.497
3. Steiropoulos P., Archontogeorgis K., Tzouveleakis A., Ntoliou P., Chatzistefanou A., Bouros D. Unilateral pulmonary artery agenesis: a case series. *Hippokratia.* 2013; 17(1): 73–76. PMID: 23935349
4. Бокерия Л.А., Махачев О.А., Хириев Т.Х. Одностороннее отсутствие легочной артерии. М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН; 2012. Bockeria L.A., Makhachev O.A., Khiriev T.Kh. Unilateral absence of a pulmonary artery. Moscow; 2012 (in Russ.).
5. Fraser R.S., Müller N.L., Colman N., Pare P.D. Developmental anomalies affecting the pulmonary vessels. In: Fraser R.S., Pare P.D. (eds.) *Fraser and Pare's Diagnosis of Disease of the Chest*. 4th Ed. Philadelphia: WB Saunders Company; 1999: 635–637.
6. Bouros D., Paré P., Panagou P., Tsintiris K., Siafakas N. The varied manifestation of pulmonary artery agenesis in adulthood. *Chest.* 1995; 108: 670–676.
7. Harris K.M., Lloyd D.C.F., Morrissey B., Adams H. The computed tomographic appearances in pulmonary artery atresia. *Clin. Radiol.* 1992;45: 382–386.
8. Sankhla D., Hussein S., George J., William R., Al-Azawi S., Al-Qassabi B. Absence of left pulmonary artery: Case report. *Sultan Qaboos Univ. Med. J.* 2009; 9(2): 180–183. Epub 2009 Jun 30. PMID: 21509298; PMCID: PMC3074774.
9. Morgan P.W., Foley D.W., Erickson S.J. Proximal interruption of a main pulmonary artery with transpleural collateral vessels: CT and MR appearances. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 1991; 15: 311–313.
10. Ten Harkel A.D., Blom N.A., Ottenkamp J. Isolated unilateral absence of a pulmonary artery: a case report and review of the literature. *Chest.* 2002; 122: 1471–1477. DOI: 10.1378/chest.122.4.1471.
11. Алесян Б.Г., Пурсанов М.Г., Ким А.И., Туманян М.Р. Стентирование открытого артериального протока у пациентов с дуктус-зависимым легочным кровотоком. В кн.: Рентгенэндоваскулярная хирургия. Национальное руководство. Под ред. Б.Г. Алесяна. М.: Литтерра; 2017: 320–337. Alekhan B.G., Pursanov M.G., Kim A.I., Tumanyan M.R. Stenting of the open arterial duct in patients with ductus-dependent pulmonary blood flow. In: *X-ray endovascular surgery. National leadership*. Ed. B.G. Alekhan. Moscow; 2017; 1: 320–337 (in Russ.).
12. Ahmed A., LaCroix G.A., Bader Ishqair A.H., Shivaram P., Das S. Late transcatheter recanalization of a closed ductus arteriosus in a 2-month-old infant with tetralogy of Fallot and isolated left pulmonary artery. *Ann. Pediatr. Cardiol.* 2020; 13 (4): 357–360. DOI: 10.4103/apc.APC_168_19. Epub 2020 Sep 17.
13. Kampmann C., Wippermann C.F., Schmid F.X. Transcatheter recanalisation and stenting of a closed ductus arteriosus in duct dependent lung perfusion. *Heart.* 1998; 80: 206–207. DOI: 10.1136/hrt.80.2.206
14. Kothari S.S., Ramakrishnan S., Senguttuvan N.B., Gupta S.K., Bisoi A.K. Ductal recanalization and stenting for late presenters with TGA intact ventricular septum. *Ann. Pediatr. Cardiol.* 2011; 4: 135–138. DOI: 10.4103/0974-2069.84651

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.137-089.819.5

Способ изолированного эндопротезирования подвздошных артерий реверсированным модифицированным бифуркационным стент-графтом

Р.С. Поляков^{1,2}, Д.А. Карамян¹✉, М.В. Пурецкий^{1,2}, Г.В. Марданян¹, Г.С. Власко¹, В.М. Сафонова¹, К.А. Кур-ипа¹, Ш.Г. Чаргазия¹, М.В. Карук², С.А. Абугов^{1,2}

¹ ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского», Москва, Российская Федерация

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

Поляков Роман Сергеевич, д-р мед. наук, вед. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-9323-4003

✉ **Карамян Джульетта Арташесовна**, аспирант; orcid.org/0000-0001-7803-4698, e-mail: dr.karamyan@mail.ru

Пурецкий Михаил Владимирович, д-р мед. наук, профессор, гл. науч. сотр.; orcid.org/0000-0003-4988-4102

Марданян Гайк Ваникович, д-р мед. наук, вед. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-7442-520X

Власко Гордей Станиславович, аспирант; orcid.org/0000-0001-8521-7126

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

Карук Марина Валентиновна, клинический ординатор; orcid.org/0000-0002-2292-6758

Абугов Сергей Александрович, д-р мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, заведующий отделением рентгенхирургических (рентгенэндоваскулярных) методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0001-7636-4044

Резюме

В статье описан способ изолированного бифуркационного эндопротезирования аневризмы общей подвздошной артерии реверсированным, модифицированным на операционном столе подвздошным бифуркационным стент-графтом. Для проведения и имплантации устройства была собрана доставляющая система, представляющая собой интродьюсер 18 Fr с выведенным на конце периферическим баллонным катетером. Данная методика позволяет проводить эндоваскулярное лечение у пациентов с изолированной аневризмой общей подвздошной артерии и исходно неблагоприятной анатомией в условиях отсутствия возможности применить заводское устройство. Вмешательство выполнено с применением тотального пункционного доступа в условиях местной анестезии. Представленное клиническое наблюдение позволяет сделать вывод, что технология эффективна и безопасна, что также подтверждается данными МСКТ-контроля. Опыт применения данной методики в России ограничен.

Ключевые слова: аневризма общей подвздошной артерии, эндопротезирование подвздошных артерий, подвздошный бифуркационный компонент, модифицированный хирургом стент-графт, реверсированный стент-графт

Для цитирования: Поляков Р.С., Карамян Д.А., Пурецкий М.В., Марданян Г.В., Власко Г.С., Сафонова В.М., Кур-ипа К.А., Чаргазия Ш.Г., Карук М.В., Абугов С.А. Способ изолированного эндопротезирования подвздошных артерий реверсированным модифицированным бифуркационным стент-графтом. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (3): 384–392. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-384-392

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 22.07.2024
Принята к печати 13.08.2024

A method of isolated endovascular iliac artery aneurysm repair by a reversed, physician-modified endovascular iliac side branch device

R.S. Polyakov^{1,2}, D.A. Karamyan¹✉, M.V. Puretskiy^{1,2}, G.V. Mardanyan¹, G.S. Vlasko¹, V.M. Safonova¹, K.A. Kur-ipa¹, Sh.G. Chargaziya¹, M.V. Karuk², S.A. Abugov^{1,2}

¹ Russian Scientific Center of Surgery named after B.V. Petrovsky, Moscow, Russian Federation

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

Roman Sergeevich Polyakov, Dr. Med. Sci., Leading Researcher; orcid.org/0000-0002-9323-4003
 ✉ **Dzhuletta A. Karamyan**, Postgraduate; orcid.org/0000-0001-7803-4698, e-mail: dr.karamyan@mail.ru
Mikhail V. Puretskiy, Dr. Med. Sci., Professor, Chief Researcher; orcid.org/0000-0003-4988-4102
Gayk V. Mardanyan, Dr. Med. Sci., Leading Researcher; orcid.org/0000-0002-7442-520X
Gordey S. Vlasko, Postgraduate; orcid.org/0000-0001-8521-7126
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
Marina V. Karuk, Resident Physician; orcid.org/0000-0002-2292-6758
Sergey A. Abugov, Dr. Med. Sci., Professor, Corresponding Member of the RAS, Head of Endovascular Surgery Department; orcid.org/0000-0001-7636-4044

Abstract

The article describes a method of isolated endovascular iliac artery aneurysm repair by a reversed, physician-modified endovascular iliac side branch device in a patient with common iliac artery aneurysm. We made a delivery system using an 18 Fr introducer and peripheral balloon catheter which was half-withdrawn at the end of the introducer. This technique allows performing endovascular treatment in patients with isolated common iliac artery aneurysm and hostile distal neck anatomy when use of the original device is not an option. The intervention was performed using total percutaneous transfemoral access under local anesthesia. This clinical case allows us to conclude that the technology is a safe and effective endovascular treatment, which is also confirmed by post-operative CT-aortography. The use of this technique in Russia is currently limited.

Keywords: common iliac artery aneurysm, endovascular iliac artery aneurysm repair, iliac side branch device (IBD), physician-modified endovascular graft (PMEG), reversed stent-graft

For citation: Polyakov R.S., Karamyan D.A., Puretskiy M.V., Mardanyan G.V., Vlasko G.S., Safonova V.M., Kur-ipa K.A., Chargaziya Sh.G., Karuk M.V., Abugov S.A. A method of isolated endovascular iliac artery aneurysm repair by a reversed, physician-modified endovascular iliac side branch device. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (3): 384–392 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-384-392

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

Received July 22, 2024
 Accepted August 13, 2024

Введение

Частота встречаемости аневризмы подвздошных артерий среди пациентов с аневризмой брюшного отдела аорты (АБА) достигает 40% [1]. Изолированные аневризмы подвздошных артерий чаще всего ограничиваются аневризмой общей подвздошной артерии (ОПА, тип I по классификации Reber). Общая частота встречаемости изолированных аневризм подвздошных артерий достигает 7% относительно всех аневризм аортоподвздошного сегмента [2]. Как и АБА, аневризмы ОПА, как правило, протекают бессимптомно, и у большинства пациентов выявляются случайно при выполнении визуализирующих исследований по поводу иных сопутствующих заболеваний органов брюшной полости или малого таза [3]. При раннем выявлении аневризмы ОПА необходимо динамическое наблюдение за ее диаметром, скоростью роста и другими факторами, повышающими риск разрыва аневризмы. Согласно обновленным североамериканским клиническим рекомендациям 2024 г., лечение аневризмы ОПА рекомендовано при ее диаметре более 40 мм [2]. Лечение возможно как методом открытой хирургии, так

и с применением эндоваскулярных методик. В современной клинической практике эндоваскулярный подход стал полноценной альтернативой открытой хирургии, к тому же он является приоритетным для пациентов высокого хирургического и анестезиологического риска, которые не могут быть кандидатами для открытых вмешательств [4]. Эндоваскулярное лечение предполагает различные методики эндопротезирования подвздошных артерий, среди которых наиболее безопасным и клинически эффективным является бифуркационное эндопротезирование подвздошных артерий [5, 6]. Данный способ позволяет сохранять кровоток по внутренним подвздошным артериям, что предупреждает значительное количество ишемических осложнений в отдаленном периоде и сохраняет качество жизни пациента, что особенно актуально для пациентов мужского пола средних лет [7].

В ряде метаанализов и исследований, посвященных оценке эффективности применения подвздошного бифуркационного компонента (ПБК), продемонстрированы высокий уровень технического успеха, эффективность и безопасность методики бифуркационного эндопротезирования подвздошных артерий [8–11].

В рекомендациях некоторых производителей ПБК указывается необходимость применения дополнительного проксимального удлинения в инфраренальный отдел аорты для создания дополнительной зоны фиксации. В то же время применение коммерческих ПБК в России может быть ограничено ценовыми и логистическими издержками, что может повлечь риски неблагоприятных событий у пациентов, ожидающих такие устройства. Сами по себе ПБК также имеют ряд анатомических ограничений по применению, согласно инструкции производителя по отбору пациентов. Ввиду этого методика изолированного эндопротезирования подвздошных артерий с применением модифицированного хирургом на операционном столе ПБК (МПБК) является методом выбора для пациентов, которые не являются подходящими кандидатами для изолированного использования коммерческих устройств, или в случаях, когда устройства недоступны, или время их ожидания превышает риски для пациента. Несмотря на это, использование МПБК может быть также ограничено у пациентов со значительной перекалибровкой диаметров подвздошных артерий, когда стандартный подвздошный стент-графт не соответствует потребностям сосудистой анатомии пациента, что выходит за рамки размерной сетки официального производителя. Учитывая вышеперечис-

ленные ограничения, в данной статье нами описан способ изолированного эндопротезирования аневризмы ОПА реверсированным, модифицированным на операционном столе бифуркационным стент-графтом. Опыт применения данной методики в России ограничен.

Описание случая

56-летний пациент мужского пола в марте текущего года госпитализирован в отделение рентгенохирургических методов диагностики и лечения РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского с основным диагнозом «Аневризма правой общей подвздошной артерии» и рядом сопутствующих заболеваний. По данным мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) с контрастированием, максимальный диаметр аневризмы правой ОПА составил 43 мм. Помимо этого, ранее в анамнезе у пациента выявлена АБА, по поводу чего в 2016 г. было выполнено линейное протезирование синтетическим протезом Polythes 22 мм. Данные предоперационной МСКТ-аортографии представлены на рисунке 1.

Из особенностей обращает на себя внимание наличие у пациента отягощенного онкологического анамнеза. В 2011 г. пациенту выполнена радикальная нефрэктомия справа по поводу почечно-клеточной аденокарциномы. Однако в дальнейшем отмечалось распространение он-

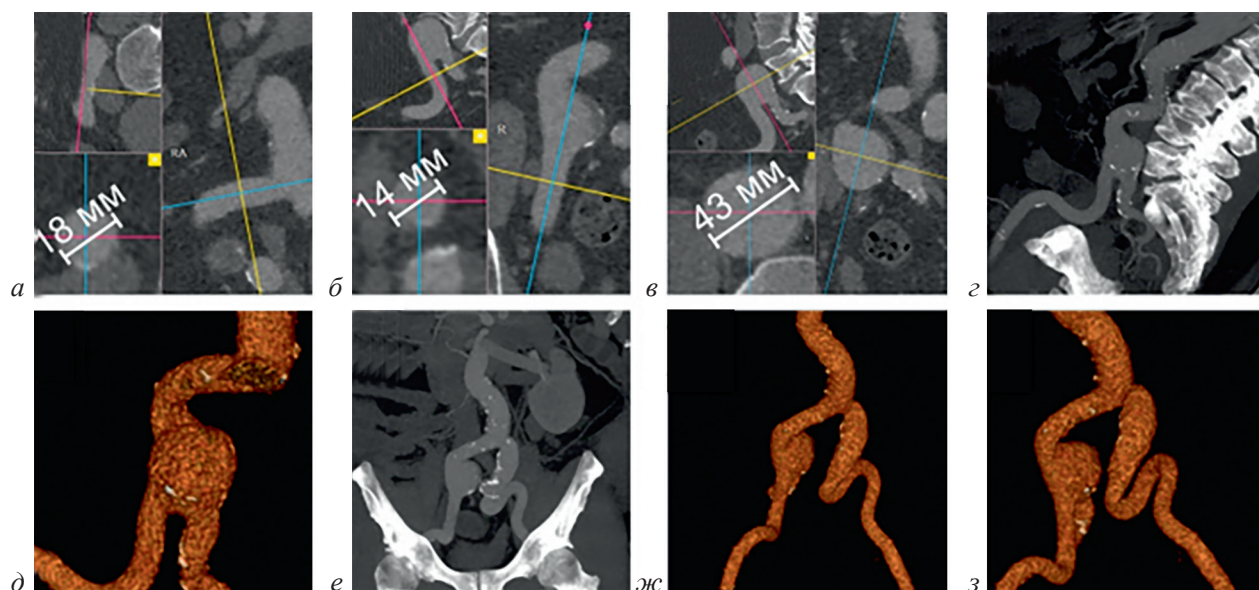


Рис. 1. Предоперационная МСКТ-аортография:

а – проксимальный участок правой общей подвздошной артерии в различных срезах, диаметр артерии 18 мм; б – неизменный отдел наружной подвздошной артерии в различных срезах, диаметр артерии 14 мм; в, г, д – аневризма правой общей подвздошной артерии в различных срезах (в, г) и 3D-реконструкция (д), максимальный диаметр аневризмы – 43 мм; е, ж, з – анатомия аортоподвздошного сегмента во фронтальном срезе (е) и 3D-реконструкции (ж, з), отмечается выраженная извитость левой подвздошной артерии

кологического процесса на левую почку, позже выполнена резекция образования левой почки, по данным гистологического исследования – почечно-клеточный светлоклеточный рак. Пациент наблюдается у онколога. По данным биохимического анализа крови при поступлении – удовлетворительные показатели почечной функции, креатинин – 97 мкмоль/л, скорость клубочковой фильтрации – 75 мл/мин/1,73 м².

Учитывая наличие сопутствующей патологии (гипертоническая болезнь 3-й стадии, наличие оперированной АБА, аневризмы левой подколенной артерии, 3 вентральные грыжи по передней брюшной стенке, ожирение 2-й степени), отягощенного онкологического анамнеза, и, как следствие, высокие хирургические риски (прогнозируемая смертность по Британской модели риска >3,3%), а также данные предоперационной МСКТ-аортографии, принято решение о выполнении эндоваскулярного вмешательства с изолированным эндопротезированием аневризмы правой ОПА. Ввиду значительной перекалибровки диаметров подвздошных артерий, наличия проксимальной площадки диаметром 18 мм, выраженной элонгации ОПА, изолированное эндопротезирование с использованием заводского устройства не представлялось возможным. Для имплантации был подобран эндоваскулярный стент-графт с разными диаметрами по проксимальному и дистальному краю (стент-графт Endurant, проксимальный диаметр – 16 мм, дистальный – 20 мм, длина – 156 мм).

В стерильных условиях на операционном столе выполнено полное извлечение стент-графта из оригинальной доставляющей системы, стент-графт реверсирован таким образом, чтобы проксимальный его диаметр составил 20 мм, дистальный – 16 мм. Далее выполнено модифицирование стент-графта с использованием дакронового сосудистого протеза диаметром 7 мм – сосудистый протез пришит к стент-графту по типу конец в бок, получен реверсированный МПБК. После этого осуществляли этап заправки реверсированного МПБК в собранную на хирургическом столе доставляющую систему. План проведения оперативного вмешательства представлен на рисунке 2.

Подготовка стент-графта и доставляющей системы

На операционном столе в стерильных условиях выполнено извлечение стент-графта Endurant размерами 16×20×156 мм из оригинальной доставляющей системы, стент-графт реверсирован. На расстоянии 7 звеньев от проксимального его края выполнена фенестрация термокаутером, края фенестрации по всей окружности маркированы рентгеноконтрастной частью 0,014" проводника и прошиты обвивным швом (нить Prolene 6-0). Подготовлен сосудистый протез размерами 7×15 мм. Протез пришит к фенестрации нитью Ethibond 4-0 по типу конец в бок. Дистальный край сосудистого протеза также по всей окружности мар-

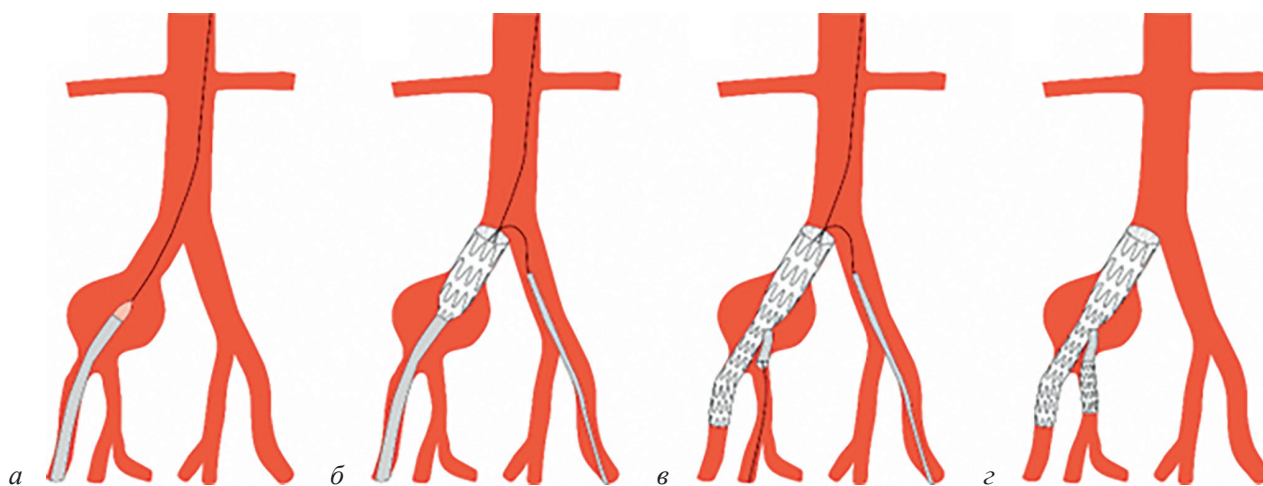


Рис. 2. План проведения оперативного вмешательства:

а – заведение доставляющей системы в правую общую подвздошную артерию; б – выполнение экстернализации предустановленного в системе доставки проводника, проведение по проводнику управляемого гайд-катетера и частичная имплантация стент-графта с контролем расположения бранши относительно устья внутренней подвздошной артерии; в – выполнение полной имплантации бифуркационного стент-графта, селективная катетеризация правой внутренней подвздошной артерии по экстернализованному проводнику через контралатеральный феморальный доступ; г – имплантация стент-графта во внутреннюю подвздошную артерию с перекрытием сосудистого протеза

кирован рентгеноконтрастной частью 0,014" проводника и прошит обвивным швом.

Доставляющее устройство представляло собой интродьюсер 18 Fr. В полученный МПБК проводили два проводника 0,035" – один через основное тело, другой через боковую браншу. Для заправки МПБК дистальное его звено также фиксировали монофиламентной нитью, которую выводили через клапан интродьюсера. По проводнику, проходящему через основное тело, был установлен периферический баллонный катетер 7×40 мм, который наполовину выводили из конца интродьюсера. После этого МПБК с предустановленными проводниками путем подтягивания нити со стороны клапана интродьюсера и с помощью устройства для сборки аортального эндоваскулярного клапана MY-VAL – Val-de-Crimp с другой стороны заправляли в интродьюсер 18 Fr таким образом, чтобы раздутый баллон частично выходил за пределы интродьюсера. Применение данной технологии описано нами ранее в серии клинических наблюдений. Основные этапы отражены на рисунке 3.

Описание хода вмешательства

Под местной анестезией в левую лучевую артерию установлен интродьюсер 6 Fr, по ко-

торому в терминальный отдел аорты для ангиографического контроля проведен диагностический катетер Pigtail. Под ангиографическим контролем пунктированы, катетеризованы и предварительно ушиты устройствами ProGlide правая и левая общие бедренные артерии (ОБА), установлены интродьюсеры 12 и 7 Fr соответственно.

Через правую ОБА по диагностическому катетеру выполнена смена проводника на жесткий проводник Amplatz Super Stiff. Через правую ОБА, по проводнику, с применением bat-техники заведена доставляющая система стент-графта, выполнена частичная его имплантация до уровня боковой бранши. С помощью ловушки Amplatz Gooseneck Snare Kit выполнена экстернализация предустановленного через браншу в доставляющей системе гидрофильного проводника через контралатеральный феморальный доступ (рис. 4, а). По экстернализованному проводнику проведен гайд-катетер 8 Fr. Выполнена имплантация МПБК из правой ОПА в правую наружную подвздошную артерию (НПА) (см. рис. 4, б, в).

Через боковую браншу МПБК диагностическим катетером 5 Fr выполнена селективная катетеризация правой внутренней подвздошной артерии (ВПА), в дистальное русло

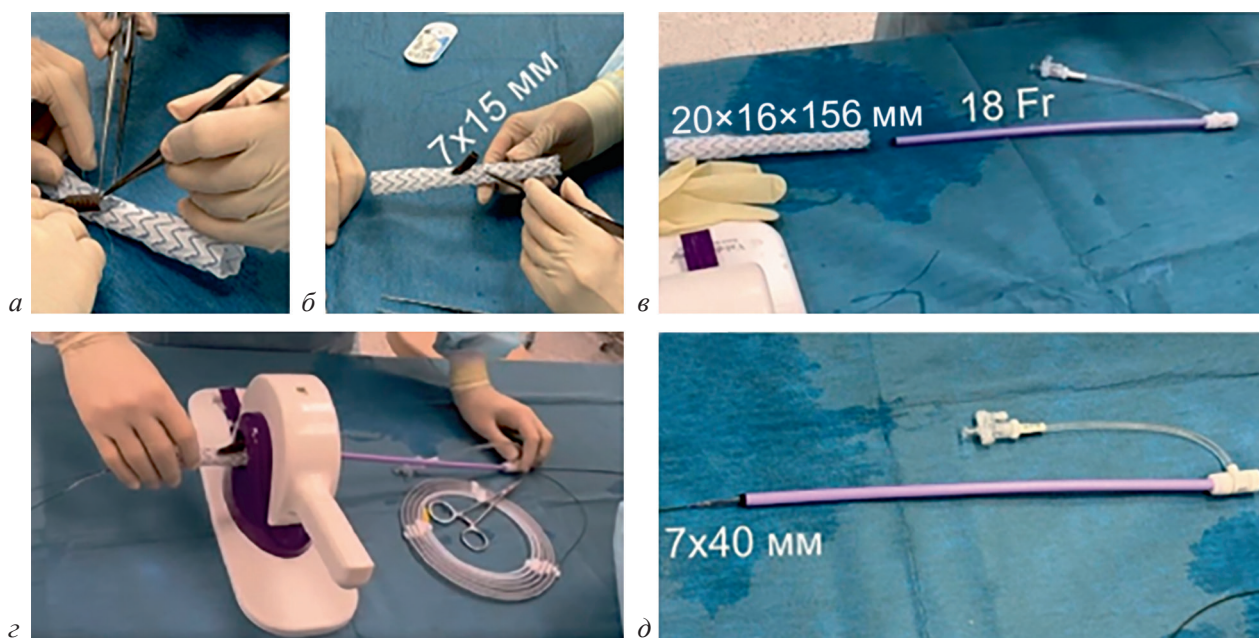


Рис. 3. Модифицирование стент-графта и его загрузка в доставляющую систему:

а – пришивание сосудистого протеза к стент-графту; б – полученный реверсированный подвздошный бифуркационный стент-графт; в – подвздошный бифуркационный стент-графт 20×16×156 мм подготовлен для загрузки в интродьюсер 18 Fr; г – через стент-графт проведены 2 проводника, по основному проводнику проведен баллонный катетер, выполняется заправка стент-графта устройством для сборки эндоваскулярного аортального клапана; д – собранная на операционном столе доставляющая система, из кончика интродьюсера на 20 мм выходит баллонный катетер 7×40 мм

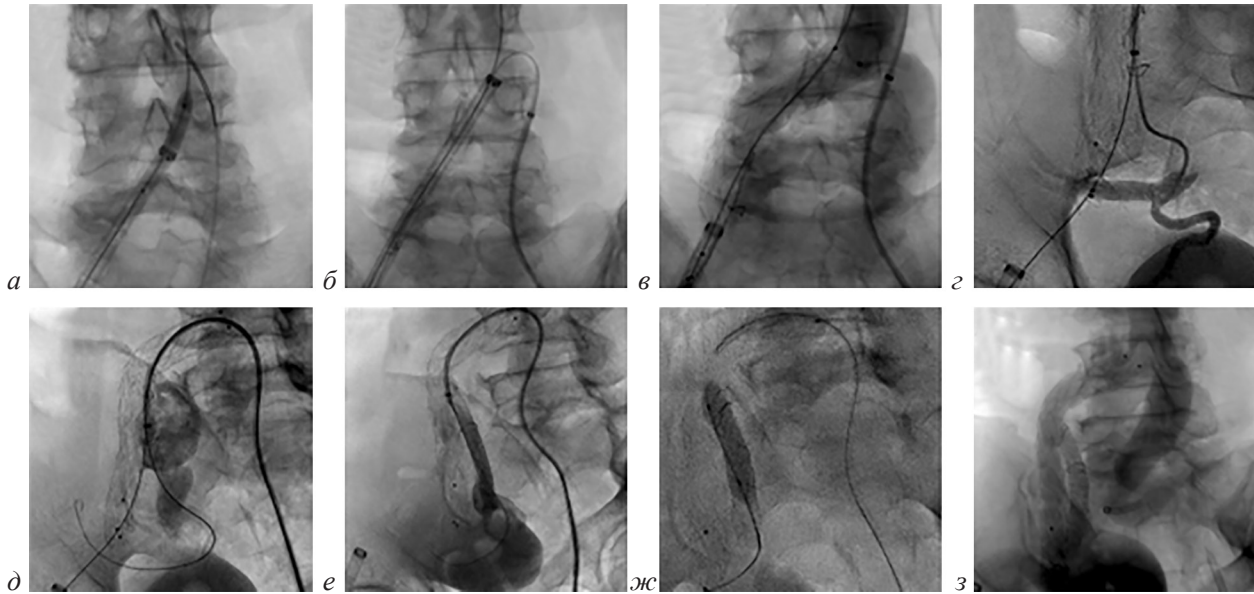


Рис. 4. Основные этапы вмешательства:

а – заведение доставляющей системы через правую общую бедренную артерию, захват предустановленного в системе доставки проводника ловушкой; *б* – экстернализация предустановленного через боковую ветвь гидрофильного проводника; *в* – имплантация модифицированного бифуркационного стент-графта; *г* – селективная катетеризация правой внутренней подвздошной артерии; *д* – в правую внутреннюю подвздошную артерию заведен проводник Rosen; *е* – имплантация стент-графтов Bentley BeGraft 9,0×57 мм; *жс* – постдилатация и оптимизация стентированного участка; *з* – контрольная ангиография

правой ВПА проведен проводник Rosen (см. рис. 4, *г, д*). Далее в правую ВПА с перекрытием сосудистого протеза выполнена последовательная имплантация двух стент-графтов Bentley BeGraft 9,0×57 мм под давлением 8 атм (см. рис. 4, *е*). Завершающим этапом выполнены постдилатация и проксимальная оптимизация стент-графтов в ВПА баллонным катетером 12,0×40 мм (см. рис. 4, *жс*). Выполнена контрольная ангиография – аневризма правой ОПА выключена из магистрального кровотока, подтеканий не выявлено (рис. 4, *з*). Инструменты извлечены, гемостаз правой и левой ОБА устройствами ProGlide эффективен, кожные раны ушиты узловыми швами, наложены асептические повязки. Интродьюсер из лучевой артерии извлечен, наложено устройство для гемостаза TR-band.

Вмешательство прошло без осложнений, отмечалось гладкое течение послеоперационного периода. В течение госпитального периода выполнена контрольная МСКТ-аортография, по данным которой, стент-графты проходимы, данных за наличие подтеканий не выявлено (рис. 5).

В удовлетворительном стабильном состоянии пациент выписан на 5-е сутки после вмешательства под наблюдение сердечно-сосудистого хирурга и кардиолога по месту жи-

тельства с рекомендацией повторного выполнения МСКТ с контрастированием через 1 мес и 1 год после вмешательства.

Данные контрольной МСКТ-аортографии через 1 мес после вмешательства представлены на рисунке 6. Стент-графты проходимы, подтеканий не визуализируется, аневризма правой ОПА герметично выключена из магистрального кровотока.

Обсуждение

Бифуркационный подвздошный стент-графт для эндоваскулярного протезирования аневризмы ОПА был впервые предложен и описан японским сосудистым хирургом T. Iwase et al. в 1999 г. [12]. Спустя десятилетие A. Karthikesalingam et al. опубликовали серию клинических случаев с включением 7 пациентов, при этом технический успех находился в диапазоне от 85 до 100%, наблюдался один эндолик 1-го типа и два эндолика 3-го типа [13]. Тогда же G. Oderich и J. Ricotta значительно усовершенствовали предложенную методику, представив ее в том виде, в котором ее в настоящее время в мире воспроизводят большинство рентгенохирургов [14].

В современной эндоваскулярной хирургии для бифуркационного эндопротезирования подвздошных артерий имеется несколько

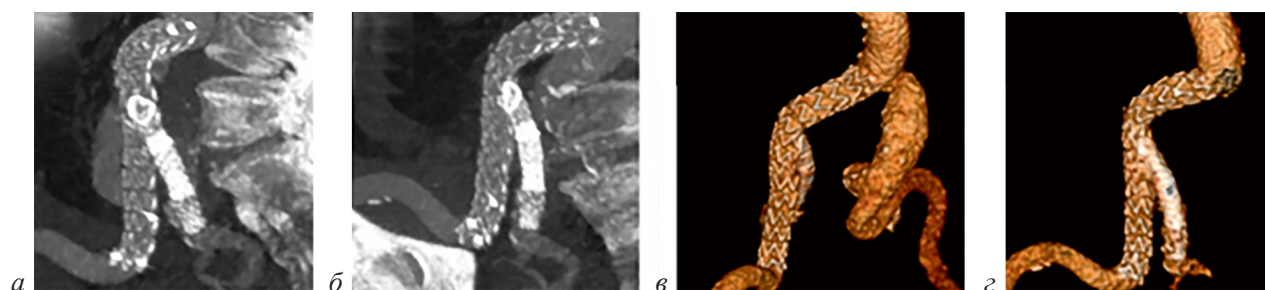


Рис. 5. Контрольная МСКТ-аортография в госпитальном периоде:

а, б – данные МСКТ-аортографии в срезах режима MPR, аневризма выключена из кровотока, кровотоки по внутренней подвздошной артерии не изменен, подтеканий не отмечается; *в, г* – 3D-реконструкция подвздошного сегмента после эндопротезирования во фронтальной (*в*) и сагитальной (*г*) плоскостях

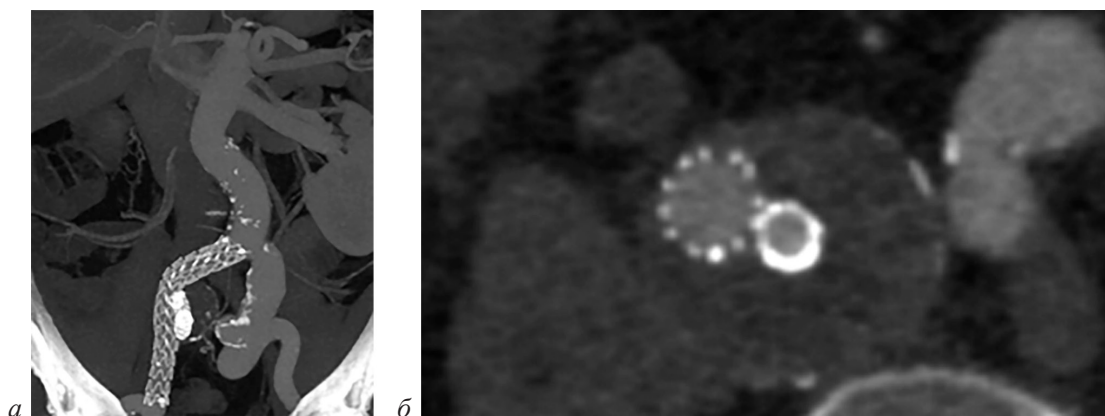


Рис. 6. Контрольная МСКТ-аортография через 1 мес после вмешательства, фронтальный (*а*) и аксиальный (*б*) срезы

анатомических конфигураций стент-графтов. Наиболее распространенный из них представляет собой непосредственно ПБК с основным телом и боковой браншей для ВПА. Данная модификация является наиболее изученной по качеству отдаленных результатов – свобода от повторных вмешательств через 5 лет составляет 81,4%, технический успех составляет 95% [15]. Одним из основных различий коммерческих ПБК является то, что некоторые предполагают необходимость проксимального удлинения в инфраренальный отдел аорты (например, устройства Cook Zenith Iliac Branch Device, Gore Excluder Iliac Branch System), а некоторые предусматривают возможность изолированной имплантации ПБК при аневризме общей подвздошной артерии без необходимости удлинения в инфраренальный отдел аорты (например, E-liac Stent Graft System).

Многоцентровый регистр rELVIS включает данные об одном из самых крупных, среди опубликованных, опыте применения ПБК. В исследовании пациентам с изолированными аневризмами ОПА выполняли бифуркационное эндопротезирование подвздошных

артерий без проксимального удлинения или бифуркационное эндопротезирование подвздошных артерий с эндопротезированием инфраренального отдела аорты. В обеих группах оценивали краткосрочные и отдаленные результаты. Всего в исследование было включено 207 пациентов, выполнена имплантация 231 устройства ПБК: 91 устройство (группа 1) было имплантировано без проксимального удлинения в аорту, в остальных 140 случаях (группа 2) бифуркационное эндопротезирование подвздошных артерий сопровождалось удлинением в инфраренальный отдел аорты, согласно инструкции по применению устройств. По результатам, свобода от окклюзии ПБК, окклюзии целевой ВПА, повторных вмешательств по любой причине, свобода от смерти, связанной с аневризмой, через 60 мес в группе изолированного эндопротезирования подвздошных артерий была сопоставима с результатами в группе эндопротезирования с проксимальным удлинением [16]. Таким образом, был сделан вывод, что изолированное использование ПБК у пациентов с аневризмой ОПА является безопасным и эффективным способом лечения при условии правильного

отбора пациентов. Основные преимущества данной методики заключались в уменьшении рентгеновского облучения, длительности оперативного вмешательства и количества использованного контрастного вещества, при этом были получены сопоставимые периоперационные и отдаленные результаты.

Ранее нами описана серия клинических случаев с аналогичной модификацией ПБК и их сборкой в доставляющую систему [17]. Однако описанное ранее применение МПБК, имеющего одинаковый проксимальный и дистальный диаметры основного стент-графта, ограничено у пациентов со значительной перекалибровкой диаметров общей и наружной подвздошных артерий, а применение хорошо зарекомендовавших себя доступных заводских ПБК ограничено логистическими издержками, дополнительными экономическими затратами, и в некоторых случаях отсутствием возможности их изолированной имплантации. В связи с перечисленными ограничениями предложенная методика является альтернативным решением, особенно у коморбидных пациентов высокого риска. Учитывая данные об анатомических особенностях, полученные при МСКТ, и невозможность в данном случае использовать заводское устройство ПБК, нами было выполнено реверсирование стент-графта таким образом, чтобы его проксимальный диаметр был больше дистального, помимо этого на операционном столе была выполнена модификация стент-графта для дальнейшего бифуркационного эндопротезирования. Для этого мы использовали дакроновый сосудистый протез диаметром 7 мм и длиной 15 мм. По данным ряда авторов, для успешной катетеризации ВПА минимальная длина боковой бранши должна составлять не менее 10 мм [18]. В описанных нами примерах длина сосудистого протеза по меньшей кривизне составляла 10 мм, по большей кривизне – 15 мм, проксимальный край протеза формировался под углом 40–60° по отношению к центральной оси стент-графта, для ориентира использовали данные предоперационной МСКТ-аортографии и угол отхождения ВПА в каждом конкретном случае [17]. Такие параметры являются наиболее удобными для дальнейшего маневрирования и селективной катетеризации ВПА. Избыток сосудистого протеза, его неправильная ориентация по отношению к основному стент-графту могут не только

затруднить катетеризацию ВПА, но также создать дополнительные трудности при заправке устройства в доставляющую систему, особенно если основной стент-графт имеет перекалибровку диаметров. Для лучшей визуализации и наличия ангиографических ориентиров нами была выполнена маркировка фенестрации стент-графта и дистального края сосудистого протеза, что позволило более четко оценить расположение бранши после извлечения МПБК из доставляющей системы.

Описанная нами технология является методом выбора в условиях отсутствия возможности применения коммерческих устройств, однако доказательная база ее применения ограничена лишь сериями клинических случаев [17]. Для определения преимуществ продемонстрированного подхода необходимы дальнейшее долгосрочное наблюдение, больший размер выборки и стандартизированные критерии анатомии для вмешательства у пациентов, которые получают наибольшую пользу от подобного вмешательства. Продемонстрированный вариант модификации стент-графта с учетом индивидуальной анатомии аортоподвздошного сегмента пациента может быть решением для больных с изолированной аневризмой ОПА, так как уменьшает экономические затраты и значительно ускоряет сроки оперативного лечения, к тому же позволяет адаптироваться под потребности сосудистого русла, когда заводские устройства не являются подходящим решением. Ввиду ограниченной доказательной базы и клинического опыта необходимо дальнейшее изучение данного вопроса и получение достоверных отдаленных результатов об эффективности и безопасности изолированного применения МПБК.

Заключение

Применение реверсированного модифицированного подвздошного бифуркационного стент-графта расширяет возможности эндоваскулярного лечения у пациентов с изолированными аневризмами общей подвздошной артерии, позволяет адаптировать вмешательство под индивидуальные анатомические особенности пациента, особенно когда имплантация заводского устройства не представляется возможной. Продемонстрированы эффективность и безопасность данной технологии, получен благоприятный непосредственный

результат. Однако необходимо дальнейшее изучение этого метода, получение данных отдаленного периода наблюдения.

Литература/References

1. Zhang J., Brier C., Parodi F.E., Kuramochi Y., Lyden S.P., Eagleton M.J. Incidence and management of iliac artery aneurysms associated with endovascular treatment of juxtarenal and thoracoabdominal aortic aneurysms. *J. Vasc. Surg.* 2020; 72 (4): 1360–1366. DOI: 10.1016/j.jvs.2019.12.040
2. Wanhainen A., Van Herzele I., Bastos Goncalves F., Bellmunt Montoya S., Berard X., Boyle J.R. et al. Editor's Choice – European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2024 Clinical Practice Guidelines on the Management of Abdominal Aorto-Iliac Artery Aneurysms. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg. Off. J. Eur. Soc. Vasc. Surg.* 2024; 67 (2): 192–331. DOI: 10.1016/j.ejvs.2023.11.002
3. Крайников Д.А., Абугов С.А., Пурецкий М.В., Поляков Р.С., Марданян Г.В., Пиркова А.А. и др. Эндоваскулярное лечение изолированной аневризмы внутренней подвздошной артерии. *Эндоваскулярная хирургия.* 2020; 7 (4): 393–398. DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-4-393-398
4. Kraynikov D.A., Abugov S.A., Pureskiy M.V., Polyakov R.S., Mardanyan G.V., Pirkova A.A. et al. Endovascular treatment of isolated aneurysm of the internal iliac artery. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2020; 7 (4): 393–398 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-4-393-398
5. 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
6. Абугов С.А., Саакян Ю.М., Пурецкий М.В., Поляков Р.С., Марданян Г.В., Пиркова А.А. и др. Эндопротезирование аневризмы подвздошной артерии с использованием бифуркационного подвздошного компонента. *Эндоваскулярная хирургия.* 2019; 6 (2): 154–159. DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-2-154-159
7. Абугов С.А., Саакян Ю.М., Пурецкий М.В., Поляков Р.С., Марданян Г.В., Пиркова А.А. et al. Endovascular aortoiliac repair using an iliac side branch endoprosthesis. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2019; 6 (2): 154–159 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-2-154-159
8. Поляков Р.С., Карамян Д.А., Пурецкий М.В., Марданян Г.В., Пиркова А.А., Абугов С.А. Смена парадигмы в эндоваскулярном лечении пациентов с аневризмой брюшного отдела аорты и подвздошных артерий. *Эндоваскулярная хирургия.* 2023; 10 (3): 291–302. DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-291-302
9. Polyakov R.S., Karamyan D.A., Pureskiy M.V., Mardanyan G.V., Pirkova A.A., Abugov S.A. The paradigm shift in endovascular treatment of patients with concurrent abdominal aortic and iliac artery aneurysms. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2023; 10 (3): 291–302 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-291-302
10. Rayt H.S., Bown M.J., Lambert K.V., Fishwick N.G., McCarthy M.J., London N.J., Sayers R.D. Buttock claudication and erectile dysfunction after internal iliac artery embolization in patients prior to endovascular aortic aneurysm repair. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2008; 31 (4): 728–734. DOI: 10.1007/s00270-008-9319-3.
11. Li Y., Hu Z., Zhang J., Zheng H., Wang J., Chen Z., Zhang H. Iliac aneurysms treated with endovascular iliac branch device: a systematic review and meta-analysis. *Ann. Vasc. Surg.* 2019; 56: 303–316. DOI: 10.1016/j.avsg.2018.07.058
12. Giosdekos A., Antonopoulos C.N., Sfyroeras G.S., Moulakakis K.G., Tsilimparis N., Kakisis J.D. 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
13. Donas K.P., Inchingolo M., Cao P., Pratesi C., Pratesi G., Torsello G. et al. Secondary procedures following iliac branch device treatment of aneurysms involving the iliac bifurcation: the pELVIS Registry. *J. Endovasc. Ther.* 2017; 24 (3): 405–410. DOI: 10.1177/15266602817705134.
14. Schneider D.B., Matsumura J.S., Lee J.T., Peterson B.G., Chaer R.A., Oderich G.S. Five-year outcomes from a prospective, multicenter study of endovascular repair of iliac artery aneurysms using an iliac branch device. *J. Vasc. Surg.* 2023; 77 (1): 122–128. DOI: 10.1016/j.jvs.2022.07.006
15. Iwase T., Inoue K., Sato M., Yoshida Y., Ueno K., Tanaka H., Tamaki S. Transluminal repair of an infrarenal aortoiliac aneurysm by a combination of bifurcated and branched stent grafts. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 1999; 47 (4): 491–494. DOI: 10.1002/(SICI)1522-726X(199908)47:4<491::AID-CCD20>3.0.CO;2-I
16. Karthikesalingam A., Hinchliffe R.J., Holt P.J., Boyle J.R., Loftus I.M., Thompson M.M. Endovascular aneurysm repair with preservation of the internal iliac artery using the iliac branch graft device. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2010; 39 (3): 285–294. DOI: 10.1016/j.ejvs.2009.11.018
17. Oderich G.S., Ricotta J.J. Novel surgeon-modified hypogastric branch stent graft to preserve pelvic perfusion. *Ann. Vasc. Surg.* 2010; 24 (2): 278–286. DOI: 10.1016/j.avsg.2009.10.007
18. Parlani G., Verzini F., De Rango P., Brambilla D., Coscarella C., Ferrer C., Cao P. Long-term results of iliac aneurysm repair with iliac branched endograft: a 5-year experience on 100 consecutive cases. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2012; 43 (3): 287–292. DOI: 10.1016/j.ejvs.2011.12.011
19. Fargion A.T., Masciello F., Pratesi C., Pratesi G., Torsello G., Donas K.P. pELVIS Registry collaborators. Results of the multicenter pELVIS Registry for isolated common iliac aneurysms treated by the iliac branch device. *J. Vasc. Surg.* 2018; 68 (5): 1367–1373.e1. DOI: 10.1016/j.jvs.2018.02.032
20. Поляков Р.С., Карамян Д.А., Власко Г.С., Карук М.В., Пурецкий М.В., Марданян Г.В. и др. Эндопротезирование аневризм подвздошных артерий модифицированным бифуркационным компонентом. *Эндоваскулярная хирургия.* 2023; 10 (4): 459–466. DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-4-459-466
21. Polyakov R.S., Karamyan D.A., Vlasco G.S., Karuk M.V., Pureskiy M.V., Mardanyan G.V. et al. Endoprosthesis of an iliac arteries aneurysms with a modified bifurcation component. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2023; 10 (4): 459–466 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-4-459-466
22. Wu W.W., Lin C., Liu B., Liu C.W. Using a surgeon-modified iliac branch device to preserve the internal iliac artery during endovascular aneurysm repair: single-center experiences and early results. *Chin. Med. J. (Engl.).* 2015; 128 (5): 674–679. DOI: 10.4103/0366-6999.151674