



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
Стафиров А.В.

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

**Литературный редактор,
корректор**
Антонова И.В.

**Компьютерная верстка
и обработка графического
материала**
Комарова Е.Ю., Непогодина М.В.
Номер подписан в печать 29.12.2025

Формат 60×88 1/8
Печ. л. 16,75
Усл. печ. л. 16,42
Уч.-изд. л. 15,45
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
2025; 12 (4): 409–542
DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4

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»

2025 • Т. 12 • № 4

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

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

Редакционная коллегия

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

Редакционный совет

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



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

www.endovascular.ru

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

We accept no responsibility for the content of advertising materials

Editorial Office

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

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

The journal is indexed:

Russian Science Citation Index

ISSN 2409-4080



Russian Journal of Endovascular Surgery
2025; 12 (4): 409–542

DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4

Russian Journal of Endovascular Surgery

Endovaskulyarnaya Khirurgiya

Peer-reviewed scientific and practical journal

Publication frequency: quarterly

Established in 2014

DOI: 10.24183/2409-4080

2025 • Vol. 12 • No. 4

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

Belov Yu.V., Academician of RAS (Moscow)	Podzolkov V.P., Academician of RAS (Moscow)
Belozero G.E., Professor (Moscow)	Porkhanov V.A., Academician of RAS (Krasnodar)
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 возможность 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

414 From the Editor-in-Chief

Обзоры

Reviews

Петросян К.В., Караев А.В., Григоров Г.Г., Туманян Н.О. Применение методики транскатетерной атерэктомии при облитерирующем поражении артерий бедренно-подколенного сегмента

416 **Petrosyan K.V., Karaev A.V., Grigorov G.G., Tumanyan N.O.** Endovascular atherectomy for atherosclerotic disease of the femoropopliteal segment

Шайхутдинов Б.И., Сысоев В.М., Абузов С.А. Баллонная ангиопластика центральных вен у диализных больных

436 **Shaykhutdinov B.I., Sysoev V.M., Abugov S.A.** Central vein balloon angioplasty in dialysis patients

Оригинальные статьи

Original articles

Алесян Б.Г., Мелещенко Н.Н., Новак А.Я., Токмаков Е.В., Иродова Н.Л., Гёлецян Л.Г., Кныш Ю.Б., Кадырова М.В., Титов Н.С., Гринберг М.С., Ревизишвили А.Ш. Отдаленные результаты одномоментной и этапной транскатетерной имплантации аортального клапана и чрескожного коронарного вмешательства у пациентов с тяжелым аортальным стенозом в сочетании с ишемической болезнью сердца

448 **Alekyan B.G., Meleshenko N.N., Novak A.Ya., Tokmakov E.V., Irodova N.L., Geletsyan L.G., Knysh Yu.B., Kadyrova M.V., Titov N.S., Grinberg M.S., Revishvili A.Sh.** Long-term outcomes of simultaneous and staged transcatheter aortic valve implantation and percutaneous coronary intervention in patients with severe aortic stenosis and concomitant coronary artery disease

Соловьев В.А., Ардеев В.Н., Зауралов О.Е., Газизов Д.В., Мингалиева А.Р., Гарин Ю.Ю., Мионов В.В., Латкин О.Е., Ибрагимов И.М., Белков М.А., Кирпичников И.Р. Трехлетние результаты чрескожного коронарного вмешательства под контролем внутрисосудистого ультразвукового исследования у пациентов с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST: опыт одного центра

460 **Solovov V.A., Ardeev V.N., Zauralov O.E., Gazizov D.V., Mingalieva A.R., Garin Yu.Yu., Mironov V.V., Latkin O.E., Ibragimov I.M., Belkov M.A., Kirpichnikov I.R.** Three-year results of intravascular ultrasound-guided percutaneous coronary intervention in patients with ST-segment elevation myocardial infarction: a single-center experience

Струценко М.В., Логвиненко Р.Л., Болотов П.А., Мыцык С.А. Техника якорения как метод преодоления неблагоприятной анатомии у пациентов при остром ишемическом инсульте

468 **Strutsenko M.V., Logvinenko R.L., Bolotov P.A., Mytsyk S.A.** Anchoring technic as a method of overcoming the unfavorable anatomy in patients with acute ischemic stroke

Струценко М.В., Болотов П.А., Логвиненко Р.Л., Муртазалиева Д.М., Сошина Т.Д., Осипов И.Ю., Парфенов И.П. Технические возможности преодоления сложной артериальной анатомии в ходе эндоваскулярной тромбэктомии у больных с ишемическим инсультом

480 **Strutsenko M.V., Bolotov P.A., Logvinenko R.L., Murtazalieva D.M., Soshina T.D., Osipov I.Yu., Parfenov I.P.** Technical options for overcoming complex arterial anatomy during endovascular thrombectomy in patients with ischemic stroke

Голухова Е.З., Петросян К.В., Пурсанов М.Г., Шаталов К.В., Данилов Т.Ю., Соболев А.В., Дадабаев Г.М., Дадабаев Ф.М., Карапетыан К.К. Отдаленные результаты гибридного стентирования ветвей легочной артерии при хирургической коррекции сложных врожденных пороков сердца

489 **Golukhova E.Z., Petrosyan K.V., Pursanov M.G., Shatalov K.V., Danilov T.Yu., Sobolev A.V., Dadabaev G.M., Dadabaev F.M., Karapetyan K.K.** Long-term results of hybrid stenting of pulmonary artery branches during surgical correction of complex congenital heart defects

Фещенко Д.А., Капериз К.А., Васильев Д.К., Араб-линский Н.А., Талиуридзе М.Т., Шукуров Ф.Б. 498
Отдаленные результаты эндоваскулярного лечения нетромботической и посттромботической венозной обструкции подвздошно-бедренного венозного сегмента

Клинические наблюдения

Селютин С.М., Аннаев М.С., Степанов Е.В., Фургал А.А., Шергин Г.А., Полькина Л.Н., Попова Д.О. 510
Транскатетерная имплантация клапана Myval THV в митральную позицию при дисфункции биологического протеза по методике клапан в клапан: первый опыт

Кавтеладзе З.А., Даниленко С.Ю., Ермолаев П.М., Ткачева О.Н. 517
Эндоваскулярная хирургия поверхностной бедренной артерии при отсутствии проксимальной культы

Генералов М.И., Ахмедов Т.М., Андреев К.А., Кокорин Д.М., Иванов А.С., Николаев Д.Н., Олещук А.Н., Майстренко Д.Н. 530
Эндопротезирование псевдоаневризмы левой внутренней сонной артерии после каротидной эндартерэктомии

Сусанин Н.В., Кудрявцев О.И., Завацкий В.В., Яковлев Н.Н. 537
Эндоваскулярное лечение критической ишемии верхней конечности у пациентки с вариантной анатомией дуги аорты

Feshchenko D.A., Kaperiz K.A., Vasilev D.K., Arablinskiy N.A., Taliuridze M.T., Shukurov F.B. 498
Long-term results of endovascular treatment of non-thrombotic and post-thrombotic venous obstruction of the iliofemoral venous segment

Case reports

Selyutin S.M., Annaev M.S., Stepanov E.V., Furgal A.A., Shergin G.A., Polkina L.N., Popova D.O. 510
Transcatheter implantation of the Myval THV valve in the mitral position in case of biological prosthesis dysfunction using the valve-in-valve method: first experience

Kavteladze Z.A., Danilenko S.Yu., Ermolaev P.M., Tkacheva O.N. 517
Puncture of occluded artery during endovascular treatment of peripheral artery lesions

Generalov M.I., Akhmedov T.M., Andreev K.A., Kokorin D.M., Ivanov A.S., Nikolaev D.N., Oleshchuk A.N., Maystrenko D.N. 530
Stent-graft treatment for pseudoaneurysm of the left internal carotid artery after endarterectomy

Susanin N.V., Kudryavtsev O.I., Zavatskiy V.V., Yakovlev N.N. 537
Endovascular treatment of critical ischemia of the upper limb in a patient with variant anatomy of the aortic arch

От главного редактора

Уважаемые коллеги!

Представляем вашему вниманию последний, четвертый в 2025 г. номер нашего журнала «Эндоваскулярная хирургия», в который традиционно включены работы, посвященные наиболее интересным и актуальным вопросам эндоваскулярного лечения ишемической болезни сердца, сосудистой патологии, врожденных и приобретенных пороков сердца.

Открывает номер обзорная статья коллектива авторов – К.В. Петросяна, А.В. Караева, Г.Г. Григорова и Н.О. Туманяна, посвященная применению методики транскатетерной атерэктомии при облитерирующем поражении артерий бедренно-подколенного сегмента. В следующей обзорной работе, Б.И. Шайхутдинова, В.М. Сысоева и С.А. Абугова, рассматривается проблема баллонной ангиопластики центральных вен у больных с почечной недостаточностью, находящихся на программном гемодиализе.

Раздел оригинальных статей открывает работа Б.Г. Алекаяна, Н.Н. Мелешенко, А.Я. Новака и соавт., в которой приведен анализ отдаленных результатов одномоментной и этапной транскатетерной имплантации аортального клапана и чрескожного коронарного вмешательства у пациентов с тяжелым аортальным стенозом в сочетании с ишемической болезнью сердца.

Следующая оригинальная статья – В.А. Соловьева, В.Н. Ардеева, О.Е. Зауралова и соавт. посвящена анализу трехлетних результатов выполнения чрескожных коронарных вмешательств под контролем внутрисосудистого ультразвукового исследования у пациентов с острым инфарктом миокарда с elevацией сегмента ST в одном клиническом центре. В работе М.В. Струценко, Р.Л. Логвиненко, П.А. Болотова и С.А. Мыцыка приведен опыт использования техники якорения в качестве метода преодоления неблагоприятной анатомии артерий, кровоснабжающих головной мозг,



у пациентов при остром ишемическом инсульте. Продолжает раздел статья М.В. Струценко, П.А. Болотова, Р.Л. Логвиненко и соавт., содержащая оценку различных технических методик преодоления сложной артериальной анатомии в ходе эндоваскулярной тромбэктомии у больных с ишемическим инсультом. В статье Е.З. Голуховой, К.В. Петросяна, М.Г. Пурсанова и соавт. приведен анализ отдаленных результатов гибридного стентирования ветвей легочной артерии при хирургической коррекции сложных врожденных пороков сердца. Завершает раздел работа Д.А. Фещенко, К.А. Капериза, Д.К. Васильева и соавт., посвященная изучению отдаленных результатов эндоваскулярного лечения нетромботической и посттромботической венозной обструкции подвздошно-бедренного венозного сегмента.

Раздел клинических наблюдений открывает работа С.М. Селютина, М.С. Аннаева, Е.В. Степанова и соавт., в которой представлено наблюдение транскатетерной имплантации клапана Myval THV в митральную позицию при дисфункции биологического протеза по методике клапан в клапан. В работе З.А. Кавтеладзе, С.Ю. Даниленко, П.М. Ермолаева и О.Н. Ткачевой демонстрируются возможности эндоваскулярной хирургии поверхностной бедренной артерии при от-

сутствии проксимальной культы. Клиническое наблюдение М.И. Генералова, Т.М. Ахмедова, К.А. Андреева и соавт. посвящено эндопротезированию ложной аневризмы левой внутренней сонной артерии после каротидной эндартерэктомии. Завершает данный раздел работа Н.В. Сусанина, О.И. Кудрявцева, В.В. Завацкого и Н.Н. Яковлева, в которой представлен клинический случай эндоваскулярного лечения критической ишемии верхней конечности у пациентки с вариантной анатомией дуги аорты.

Мы уверены, что включенные в четвертый, завершающий этот год номер нашего журнала статьи, имеющие безусловное научное и практическое значение, будут интересны и полезны в вашей клинической работе. Мы приглашаем вас к дальнейшему сотрудничеству, целью которого является повышение уровня и качества оказания медицинской помощи нашим пациентам. От всей души поздравляем вас с наступающим Новым годом, желаем всего самого наилучшего и светлого в 2026 г.

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

Обзоры

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.137.83-002.18-089.819.5

Применение методики транскатетерной атерэктомии при облитерирующем поражении артерий бедренно-подколенного сегмента

К.В. Петросян[✉], А.В. Караев, Г.Г. Григоров, Н.О. Туманян

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

✉ Петросян Карен Валерьевич, д-р мед. наук, заведующий отделом рентгенохирургических методов исследования и лечения сердца и сосудов; orcid.org/0000-0002-3370-0295, e-mail: karen.petros@gmail.com

Караев Асланбек Викторович, канд. мед. наук, мл. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-1587-0573

Григоров Гарник Георгиевич, аспирант; orcid.org/0009-0008-9025-1757

Туманян Наири Овикович, аспирант; orcid.org/0009-0002-0211-0660

Резюме

Облитерирующий атеросклероз артерий нижних конечностей остаётся значимой медико-социальной проблемой; бедренно-подколенный сегмент поражается особенно часто и ассоциирован с высоким риском инвалидизации и утраты конечности. На фоне расширения эндоваскулярных технологий продолжают дискуссии о выборе оптимальной стратегии реваскуляризации и о месте атерэктомии при сложных поражениях данного сегмента.

В обзоре обобщены данные международных и национальных рекомендаций, рандомизированных клинических исследований, проспективных регистров и крупных ретроспективных серий последних лет с фокусом на бедренно-подколенный сегмент, а также на клинические фенотипы перемежающейся хромоты и критической ишемии нижних конечностей; приоритет отдан работам с предопределёнными конечными точками и длительностью наблюдения не менее 12 мес.

У симптомных пациентов с поражением бедренно-подколенного сегмента открытая и эндоваскулярная реваскуляризация имеют сопоставимые классы рекомендаций, а выбор метода определяется анатомией поражения, наличием пригодной аутовены и операционным риском. Несмотря на улучшение среднесрочных результатов при использовании стентов и баллонов с лекарственным покрытием (БЛП), отдалённая проходимость ограничивается выраженностью кальциноза и биомеханическими особенностями сегмента. На этом фоне атерэктомия рассматривается как дополняющая технология дебалкинга при протяжённых, кальцинированных и окклюзионных поражениях в рамках стратегии минимизации имплантируемых устройств (БЛП ± селективное стентирование), позволяя повысить непосредственную эффективность дилатации и снизить потребность в стентировании при приемлемом профиле безопасности. Для стандартизации показаний и уточнения места атерэктомии в алгоритмах лечения требуются многоцентровые рандомизированные исследования с унифицированной стратификацией анатомической сложности.

Ключевые слова: заболевания артерий нижних конечностей, бедренно-подколенный сегмент, эндоваскулярная реваскуляризация, направленная атерэктомия, ротационная атерэктомия, баллон с лекарственным покрытием, стент с лекарственным покрытием

Для цитирования: Петросян К.В., Караев А.В., Григоров Г.Г., Туманян Н.О. Применение методики транскатетерной атерэктомии при облитерирующем поражении артерий бедренно-подколенного сегмента. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (4): 416–435. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4-416-435

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 22.10.2025
Принята к печати 11.12.2025

Endovascular atherectomy for atherosclerotic disease of the femoropopliteal segment

K.V. Petrosyan[✉], A.V. Karaev, G.G. Grigоров, N.O. Tumanyan

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

✉ Karen V. Petrosyan, Dr. Med. Sci., Head of the Department of X-ray Surgical Methods of Research and Treatment of the Heart and Blood Vessels; orcid.org/0000-0002-3370-0295, e-mail: karen.petros@gmail.com

Aslanbek V. Karaev, Cand. Med. Sci., Junior Researcher; orcid.org/0000-0002-1587-0573

Garnik G. Grigоров, Postgraduate; orcid.org/0009-0008-9025-1757

Nairi O. Tumanyan, Postgraduate; orcid.org/0009-0002-0211-0660

Abstract

Atherosclerotic lower extremity arterial disease remains a major public health and socioeconomic burden; the femoropopliteal segment is among the most commonly affected and is associated with a high risk of disability and limb loss. Despite the expanding use of endovascular technologies, the optimal revascularization strategy and the role of atherectomy in complex femoropopliteal lesions remain debated.

This literature review summarizes evidence from international and national guidelines, randomized clinical trials, prospective registries, and large retrospective series published in recent years, with a focus on the femoropopliteal segment and the clinical phenotypes of intermittent claudication and critical limb ischemia/chronic limb-threatening ischemia; priority was given to studies with prespecified endpoints and follow-up of at least 12 months.

In symptomatic patients, open and endovascular approaches have comparable classes of recommendation, and treatment selection is driven by lesion anatomy, availability of a suitable autologous vein conduit, and perioperative risk. Drug-coated balloons and stents improve mid-term outcomes, whereas long-term patency is limited by segment biomechanics and the severity of calcification. Directional and rotational atherectomy may be considered adjunct debulking techniques for long, heavily calcified, and occlusive femoropopliteal lesions within a strategy aimed at minimizing permanent implants (drug-coated balloon angioplasty ± selective stenting), as they can improve immediate dilation results and reduce the need for stent implantation with an acceptable safety profile. Multicenter randomized studies with standardized anatomic complexity stratification are required to refine indications and define the role of atherectomy in contemporary treatment algorithms.

Keywords: peripheral arterial disease, femoropopliteal segment, endovascular revascularization, directional atherectomy, rotational atherectomy, drug-coated balloons, drug-eluting stents

For citation: Petrosyan K.V., Karaev A.V., Grigоров G.G., Tumanyan N.O. Endovascular atherectomy for atherosclerotic disease of the femoropopliteal segment. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (4): 416–435 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4-416-435

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

Received October 22, 2025
Accepted December 11, 2025

Введение

Облитерирующий атеросклероз артерий нижних конечностей представляет собой серьезную медико-социальную проблему. Данная патология сопровождается сужением просвета артерий, нарушением перфузии тканей и развитием ишемического синдрома, проявляющегося перемежающейся хромотой (ПХ), болями в покое и трофическими нарушениями. Бедренно-подколенный сегмент (БПС) является наиболее частой мишенью атеросклеротического поражения, составляя большую часть случаев облитерирующего атеросклероза артерий нижних конечностей (40–60% случаев). Поражение БПС, как правило, протекает тяжелее и ассоциируется с высоким риском потери конечности [2, 3]. Терминологически облитерирующий атеросклероз рассматривается в рамках более широкой нозологической категории – заболевания артерий нижних конечностей (ЗАНК).

Заболевания артерий нижних конечностей – обобщающее понятие, объединяющее гетерогенную группу патологий, включая атероскле-

ротические, воспалительные (например, облитерирующий тромбангиит) и функциональные (вазоспастические) поражения артерий, кровоснабжающих нижние конечности. В клинической и научной практике термины «заболевания артерий нижних конечностей» и «облитерирующий атеросклероз артерий нижних конечностей» нередко используются как взаимозаменяемые. Это объясняется рядом факторов: во-первых, доминированием атеросклеротической этиологии в структуре ЗАНК (80–90% случаев) [4]; во-вторых, сходством патогенетических механизмов и клинико-инструментальных проявлений (ПХ, снижение лодыжечно-плечевого индекса (ЛПИ) < 0,9, трофические нарушения); в-третьих, крупными международными рекомендациями, включая ESC, ACC/ANA и TASC II, систематизируют терминологию, используя термин «заболевания артерий нижних конечностей» в качестве базового понятия при атеросклеротическом генезе поражений, если не указана иная этиология [4, 5]. Именно поэтому в практической коммуникации термины нередко употребляются как синонимы. Вместе с тем некоторые авторы

рекомендуют в научных публикациях уточнять этиологию поражения (например, «атеросклеротическая ЗАНК»), чтобы избежать некорректной интерпретации данных [4]. Таким образом, в настоящей работе термин «ЗАНК» (соответствующий англоязычному PAD – peripheral artery disease) применяется исключительно к атеросклеротическим поражениям при отсутствии указаний на иную этиологию.

Доминирование атеросклеротической этиологии в структуре ЗАНК не только формирует терминологические особенности, но и определяет эпидемиологические тенденции, характерные для данной патологии. ЗАНК занимает одно из ведущих мест в структуре сердечно-сосудистых заболеваний и является третьей по частоте нозологией после ишемической болезни сердца (ИБС) и инсульта. Представленная на рисунке 1 диаграмма Венна [6, 7] демонстрирует распределение и сочетания сердечно-сосудистых заболеваний (ИБС, цереброваскулярная болезнь (ЦВБ) и ЗАНК), подчёркивая высокую частоту поливаскулярного поражения. Чаще всего ЗАНК протекают бессимптомно, но примерно у 35% прогрессирование стенозирующего атеросклероза сопровождается развитием ПХ и критической ишемии нижних конечностей (КИНК). При

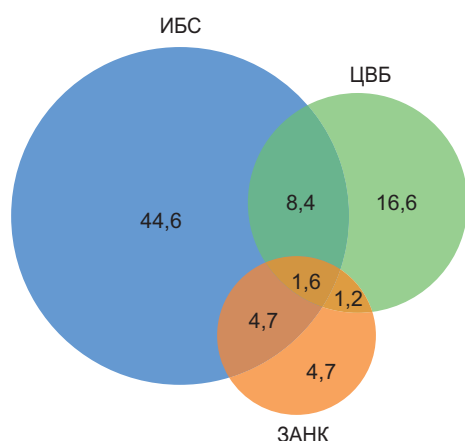


Рис. 1. Распределение и сочетание сердечно-сосудистых заболеваний в регистре REACH (адаптировано из [7]).

Доли указаны в % от общей когорты REACH: изолированная ИБС – 44,6%, изолированная ЦВБ – 16,6%, изолированная ЗАНК – 4,7%; сочетания ИБС+ЦВБ – 8,4%, ИБС+ЗАНК – 4,7%, ЦВБ+ЗАНК – 1,2%, ИБС+ЦВБ+ЗАНК – 1,6%. Отдельно 18,3% составили пациенты с 3 и более факторами риска без клинически манифестной болезни (Multiple risk factors), поэтому сумма областей Венна составляет 81,8%.

наблюдении в среднем в течение 6,3 года у 7% пациентов с бессимптомным течением ЗАНК развивается ПХ, из которых у 21% она прогрессирует до КИНК, с исходом в ампутацию в 4–27% случаев [8].

Эпидемиологическая значимость ЗАНК подтверждается масштабными международными исследованиями. Так, анализ 34 исследований за период 2000–2010 гг. (22 – из стран с высоким уровнем дохода и 12 – из стран с низким и средним уровнем дохода), проведенный F.G. Fowkes et al., показал, что распространенность ЗАНК в странах с высоким уровнем дохода составляла примерно 5% в возрасте 40–44 лет и примерно 12% – в возрасте 70–74 лет, как у мужчин, так и у женщин. Распространенность ЗАНК у женщин в странах с низким и средним уровнем дохода была схожа с таковой в странах с высоким уровнем дохода, а для мужчин в странах с низким и средним уровнем дохода составляла 2 и 8% соответственно. При этом общее число случаев ЗАНК составило 202 млн [9]. Согласно последующему крупному обзору за период с 1 января 2011 г. по 30 апреля 2019 г., проведенному P. Song et al., число случаев ЗАНК во всем мире составило 236 млн, что демонстрирует рост их распространенности [10].

Подобная динамика отмечается и в Российской Федерации, что подтверждается данными национальных регистров. Рост распространенности ЗАНК отчетливо демонстрирует доклад профильной комиссии Минздрава России за 2022 г., основанный на данных 210 клиник, согласно которому общее число операций при стенозирующих (окклюзирующих) поражениях артерий нижних конечностей в отчетном периоде возросло до 20368, что на 4,7% выше показателя за 2021 г. (19459). Соотношение методов вмешательства составило: операции шунтирования – 45,5%, эндоваскулярные методы лечения – 40,7%, другие реконструктивные методы – 8,5% (рис. 2) [6].

Согласно статистике, представленной Б.Г. Алекином и др., общее количество эндоваскулярных вмешательств при патологии артерий нижних конечностей за 2024 г. в России составило 45 193, что на 10,2% превышает показатель 2023 г. (40 987) и на 33,1% – показатель 2022 г. (33 949). Из этого числа на бедренной артерии выполнено 16 362 процедуры, включая 5408 стентирований и 10 954 баллонных ангиопластики, что отражает рост

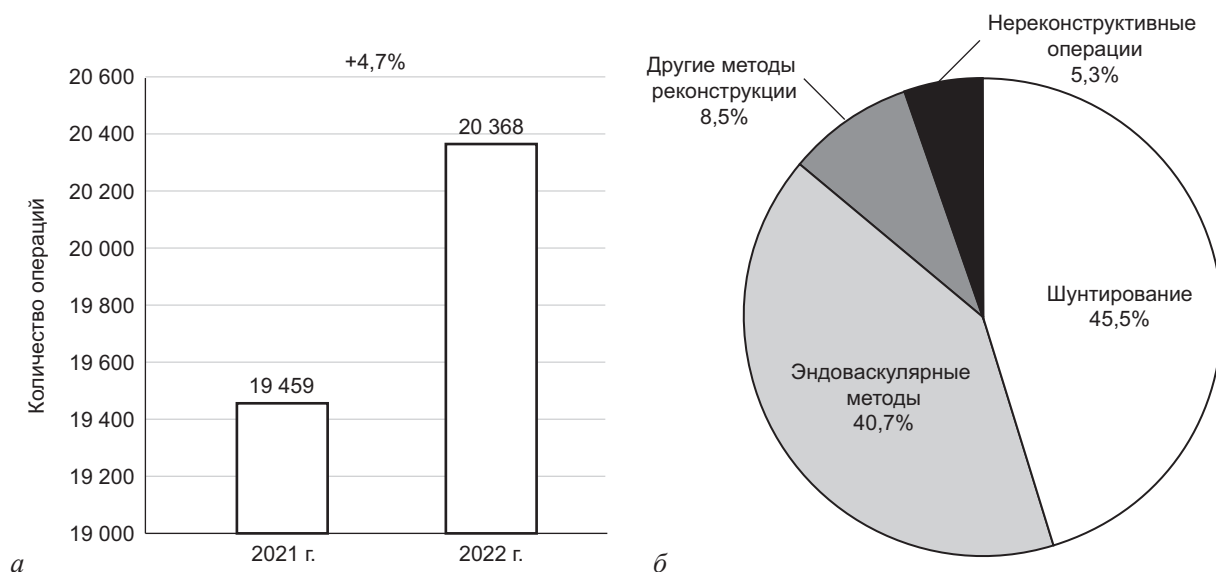


Рис. 2. Данные доклада профильной комиссии Минздрава России за 2022 г.: динамика числа операций в 2021–2022 гг. (а) и структура методов вмешательства в 2022 г. (б).

Структура включает реконструктивные методы (шунтирование, эндоваскулярные, другие методы реконструкции) и нереконструктивные операции (ампутации, некрэктомии и др.)

на 13% по сравнению с предыдущим годом. На подколенной артерии проведено 6064 вмешательства, из которых 1048 составило стентирование и 5016 – баллонная ангиопластика, что на 6,6% выше показателя 2023 г. Такая динамика отражает устойчивый рост применения малоинвазивных эндоваскулярных технологий; особенно примечательно, что число стентирований на бедренной артерии остаётся стабильным, тогда как частота проведения баллонных ангиопластик продолжает активно увеличиваться [11].

Наблюдаемый в последние десятилетия рост ЗАНК на глобальном и национальном уровнях свидетельствует о возрастающей значимости этой проблемы для общественного здравоохранения. Росту заболеваемости способствуют демографическое старение, увеличение распространенности факторов риска, связанных с образом жизни, а также совершенствование методов диагностики. Расширение диагностических возможностей, наряду с истинным ростом заболеваемости, ведет к увеличению частоты хирургических вмешательств, что актуализирует поиск оптимальных стратегий реваскуляризации, отвечающих современным требованиям эффективности, безопасности и устойчивости результатов.

Таким образом, облитерирующий атеросклероз артерий нижних конечностей, осо-

бенно БПС, представляет собой актуальную клиническую и социальную проблему, определяющую высокие риски инвалидизации и потери конечности. Современные тенденции роста заболеваемости и частоты хирургических вмешательств свидетельствуют о необходимости поиска оптимальных стратегий реваскуляризации. В связи с этим цель настоящего обзора – систематизация имеющихся данных о результатах открытых и эндоваскулярных методов лечения, а также анализ доказательной базы современных эндоваскулярных технологий, включая атерэктомия как одно из наиболее перспективных направлений развития. Особое внимание уделено сравнительной оценке стратегий реваскуляризации и роли технологий дебалкинга – механического удаления атероматозных и кальцифицированных масс из просвета сосуда – в структуре современной эндоваскулярной практики.

Открытая и эндоваскулярная реваскуляризация артерий бедренно-подколенного сегмента: сравнительный анализ ключевых исследований и метаанализов

Реваскуляризация артерий нижних конечностей является оптимальным способом купирования ишемического синдрома при тяжёлых окклюзирующих поражениях.

В современной хирургии облитерирующего атеросклероза БПС, при проходимых артериях притока и оттока, применяются два основных подхода – открытые реконструктивные операции и эндоваскулярные вмешательства. Однако однозначного преимущества того или иного метода до сих пор не установлено и выбор тактики остаётся предметом дискуссий. Данные нескольких рандомизированных контролируемых исследований (РКИ) предоставляют информацию для сравнения, но имеют ограниченную применимость. Классическим примером является исследование BASIL (Bypass vs Angioplasty in Severe Ischemia of the Leg), посвящённое пациентам с критической ишемией: в нём выживаемость без ампутации по первичной конечной точке не различалась между группами шунтирования и ангиопластики, хотя у пациентов, проживших более 2 лет, наблюдалось преимущество шунтирования. Тем не менее BASIL фокусировалось преимущественно на критической ишемии [12].

Более современное одноцентровое РКИ F.K. Enzmann et al. (2019 г.), включающее 103 пациента с протяжёнными поражениями (средняя длина 27 см, окклюзии в 82% случаев), показало, что через 2 года результаты стентирования поверхностной бедренной артерии (ПБА) нитиноловыми стентами сопоставимы с аутовенозным бедренно-подколенным шунтированием по первичной и вторичной проходимости, сохранению конечности и выживаемости. В этой работе 49% конечностей имели критическую ишемию (соответственно 51% – перемежающуюся хромоту), технический успех эндоваскулярного вмешательства был несколько ниже (87%), а клиническое улучшение несколько чаще отмечалось после шунтирования [13].

Другим важным исследованием является многоцентровое РКИ ZILVERPASS (2020 г.), где у 70% пациентов была ПХ, а средняя длина поражения составляла 247 мм (преимущественно хронические окклюзии ПБА). Пациенты были рандомизированы на группы эндоваскулярного лечения паклитаксел-элютирующим стентом ZILVER PTX и протезного бедренно-подколенного шунтирования (выше колена). Результаты через 12 мес показали эквивалентную первичную проходимость стентирования и шунтирования (74–75%; $p=0,99$) и аналогичные показатели повторной реваскуляризации. В то же время 30-дневная частота

осложнений была значительно ниже в группе эндоваскулярного лечения (4,4% против 11,3%; $p=0,004$), длительность операции и госпитализации также были меньше в этой группе [14]. При 60-месячном наблюдении различий в проходимости (49,3% против 40,7%) и выживаемости (69,1% против 71%) не выявлено (рис. 3). Таким образом, эндоваскулярное лечение продемонстрировало сопоставимую эффективность и лучший профиль безопасности по сравнению с шунтированием при лечении протяжённых поражений бедренно-подколенного сегмента. Важно отметить, что ни в исследовании F.K. Enzmann et al., ни в ZILVERPASS не проводилась стратификация результатов по длине поражения, а большинство исторических РКИ фокусировались на критической ишемии, что ограничивает экстраполяцию на пациентов с ПХ [13, 14].

Отсутствие чётко определённой «пороговой» длины поражения ПБА / подколенной артерии (ПКА), при превышении которой эндоваскулярная тактика уступает открытой хирургии по отдалённым исходам, отражается и в классификационных системах. Рекомендации 2-го Трансатлантического консенсуса (TASC II, 2007) исторически относили протяжённые поражения (типы C/D) к зоне предпочтения открытой хирургии, однако эти положения опирались на возможности эндоваскулярной терапии своего времени [5]. Более поздние клинические рекомендации Global Vascular Guidelines (включая систему GLASS) сместили акцент к индивидуализации выбора с учётом анатомии поражения и качества венозного трансплантата, не задавая жестких порогов по протяжённости для всех случаев (табл. 1) [15]. В актуальных руководствах подчёркивается и топографический нюанс: поражения дистального сегмента подколенной артерии (P3) и приустьевых отделов берцовых артерий целесообразно выделять отдельно (как многоуровневые инфраингвинальные или изолированный подколенно-берцовый сегмент), поскольку локализация принципиально влияет на тактику [4].

Согласованная позиция современных руководств состоит в том, что у симптомных больных с поражениями БПС оба подхода – открытый и эндоваскулярный – имеют сопоставимые классы рекомендаций: эндоваскулярной реваскуляризации присвоен класс Па (уровень доказательности В), открытой хи-

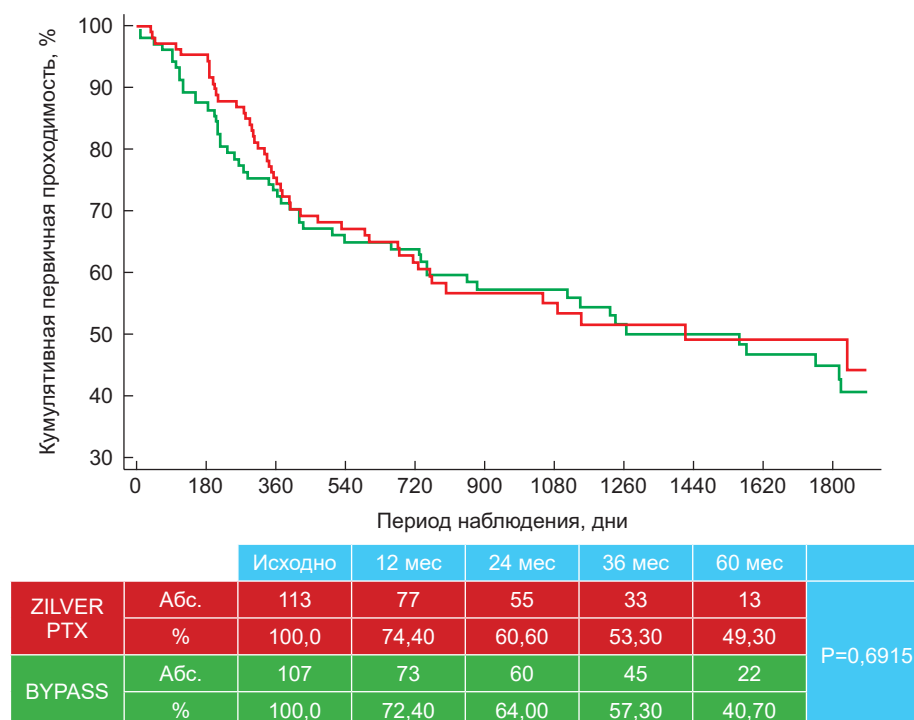


Рис. 3. Первичная проходимость через 1, 3 и 5 лет по данным исследования ZILVERPASS (2020 г.) [14].

Анализ Kaplan–Meier 60-месячной первичной проходимости у 220 пациентов, рандомизированных на группы эндоваскулярного лечения с использованием стента ZILVER PTX (красная линия) и протезного бедренно-подколенного шунтирования (зеленая линия). Первичная проходимость через 1, 3 и 5 лет составила соответственно 74,4, 53,3 и 49,3% для группы ZILVER PTX и 72,4, 57,3 и 40,7% – для группы шунтирования ($p=0,6915$)

рургии – класс Па (чаще уровень доказательности С) при наличии пригодной аутовены и приемлемого хирургического риска [4, 16]. Выбор конкретной эндоваскулярной технологии (баллонная ангиопластика, стентирование, дебалкинг бляшки и т. п.) остается за рамками рекомендаций и, как правило, зависит от характеристик поражения, таких как анатомическая локализация, длина поражения, степень кальцификации, и других факторов [4, 16].

Открытые реконструктивные операции сохраняют высокую эффективность в лечении как перемежающейся хромоты, так и критической ишемии. Наиболее распространённое вмешательство – бедренно-подколенное шунтирование (БПШ) с дистальным анастомозом выше или ниже коленного сустава. Аутовенозный шунт остаётся материалом выбора: согласно метаанализу P. Klinkert et al., первичная проходимость венозных шунтов достигает 80% через 2 года и 74% через 5 лет, тогда как для синтетических протезов – 69 и 39% соответственно [17]. Отечественные данные также подтверждают устойчивые отдалённые результаты при использовании аутовенозных шунтов [18]. При отсутствии

пригодной аутовены альтернативой является полужакнутая (remote) эндартерэктомия из ПБА/ПКА: в систематическом обзоре G.A. Antoniou et al. сообщили о высоком техническом успехе (94%), частоте ранних осложнений 14,7% и первичной проходимости 60, 57 и 35% через 1, 2 и 5 лет соответственно [19]. В РКИ REVAS (2010 г.) дистанционная эндартерэктомия показала сопоставимую с БПШ 3-летнюю первичную проходимость и сохранение конечности при средней длине окклюзии около 24 см (максимум до 30 см) [20]. В другом РКИ при крайне протяжённых поражениях (TASC D) remote-эндартерэктомия обеспечила более высокую первичную ассирированную и вторичную проходимость на 3-м году, чем эндоваскулярная реканализация со стентированием [21]. Помимо шунтирования и эндартерэктомии применяются и более нишевые методы: профундопластика (реконструкция устья глубокой бедренной артерии) улучшает коллатеральный кровоток и приводит к клиническому улучшению примерно у 60–70% пациентов [22]; реимплантация подколенной артерии при изолированном поражении подколенного сегмента также де-

Таблица 1

GLASS: глобальная система анатомического стадирования (конечность) [15]

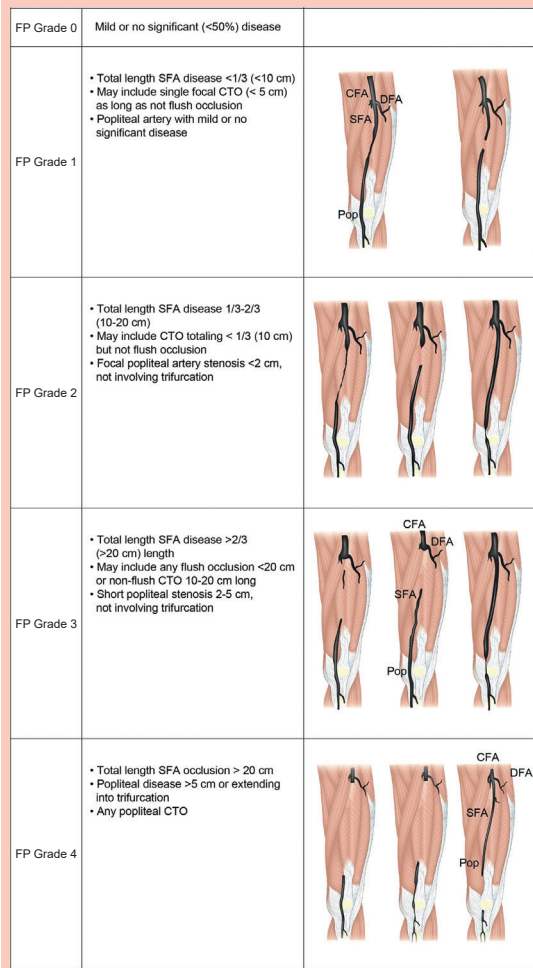


Fig 5.2. Femoropopliteal (FP) disease grading in Global Limb Anatomic Staging System (GLASS). Trifurcation is defined as the termination of the popliteal artery at the confluence of the anterior tibial (AT) artery and tibioperoneal trunk. CFA – Common femoral artery; CTO – chronic total occlusion; DFA – deep femoral artery; Pop – popliteal; SFA – superficial femoral artery.

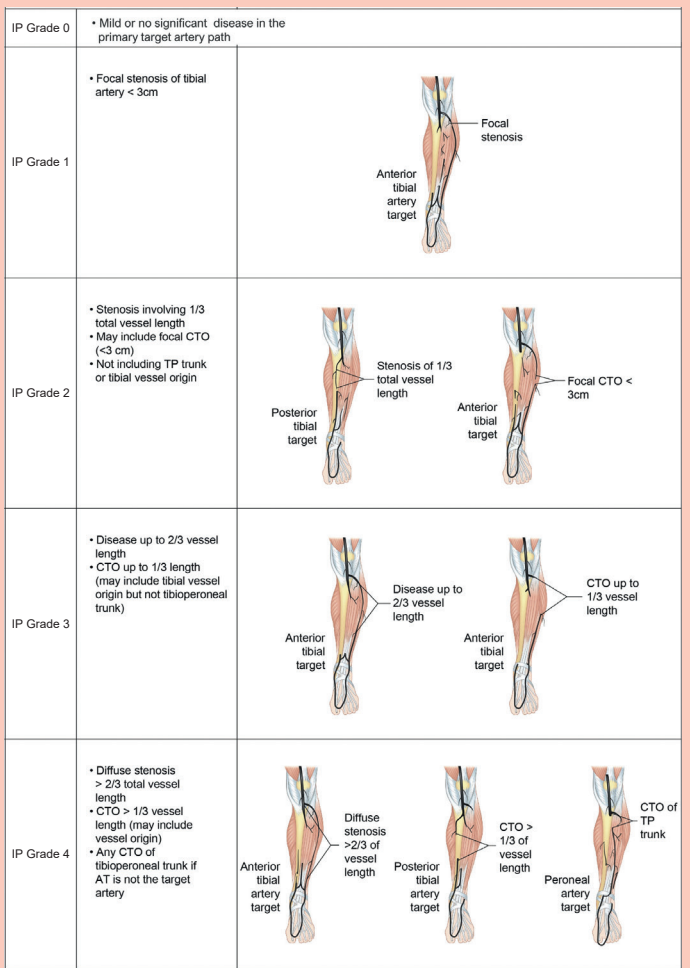


Fig 5.3. Infrapopliteal (IP) disease grading in Global Limb Anatomic Staging System (GLASS). AT – Anterior tibial; CTO – chronic total occlusion; TP – tibioperoneal.

Table 5.3. Assignment of Global Limb Anatomic Staging System (GLASS) Stage						
FP Grade	IP Grade	0	1	2	3	4
4		III	III	III	III	III
3		II	II	II	III	III
2		I	II	II	II	III
1		I	I	II	II	III
0	NA		I	I	II	III

NA – Not applicable.
After selection of the target arterial path (TAP), the segmental femoropopliteal (FP) and infrapopliteal (IP) grades are determined from high-quality angiographic images. Using the table, the combination of FP and IP grades is assigned to GLASS stages I to III, which correlate with technical complexity (low, intermediate, and high) of revascularization.

Примечания. Градация поражения по системе GLASS. FP (бедренно-подколенный сегмент) и IP (инфрапопитеальный сегмент) оцениваются по степеням 0–4. Комбинация баллов FP и IP определяет стадию GLASS I–III, что коррелирует со сложностью реваскуляризации (низкая, средняя, высокая).

GLASS – Global Limb Anatomic Staging System (глобальная анатомическая система стадирования конечности); TAP – Target Arterial Path (целевой артериальный путь); FP – Femoropopliteal (бедренно-подколенный сегмент); IP – Infrapopliteal (инфрапопитеальный/берцовый сегмент); CFA – общая бедренная артерия; DFA – глубокая бедренная артерия; SFA – поверхностная бедренная артерия; Pop – подколенная артерия; AT – передняя большеберцовая артерия; TP trunk – тibiоперонеальный (берцовый) ствол; CTO – хроническая тотальная окклюзия.

монстрирует высокую долговременную эффективность (до 80% положительных исходов) [23].

Несмотря на эффективность, открытая хирургия сопряжена с рядом ограничений: отсутствие подходящей аутовены (около

20% пациентов), риск раневых осложнений (10–20%), более длительные госпитализация и восстановление, а также стенозирование венозных шунтов (до 30–40% в первые 2 года) [22]. По данным крупных регистров, ранняя (30-дневная) летальность после инфраингви-

нального шунтирования составляет до 6,7%, частота больших ампутаций – около 4,2%, раневых осложнений – 12–13% [24, 25]. Анализ исходов в исследовании P.W. Mooney et al. показывает, что в течение года после БПШ общая смертность достигает 17%, частота повторных шунтирующих вмешательств – 8,5%, высоких ампутаций – 10% [25]. Кроме того, значимая доля осложнений возникает уже после выписки: в объединённом регистровом исследовании VSGNE/VQI (n=5842) частота повторной госпитализации в первые 30 дней достигала 16%, из этого числа 85% были незапланированными [26]. На этом фоне главное преимущество эндоваскулярной тактики – меньшая инвазивность, более короткий стационарный период и возможность технически легче проводить повторные вмешательства с сохранением конечности даже при прогрессирующем поражении артерий, что подтверждается отечественными данными [14, 27].

Таким образом, ни открытая, ни эндоваскулярная тактика не имеют универсального преимущества для всех: у отдельных категорий пациентов при наличии качественной аутовены шунтирование остаётся эталоном, тогда как у многих других, особенно при высоком операционном риске [28] и умеренной протяжённости поражения, обоснован минимально инвазивный подход. Быстрый прогресс эндоваскулярных технологий – баллонов с лекарственным покрытием (БЛП; drug-coated balloon – DCB) и стентов с лекарственным покрытием (СЛП; drug-eluting stent – DES), стратегий селективного стентирования и дебалкинг-устройств – существенно изменил соотношение рисков и клинической пользы. Далее последовательно разберём ключевые элементы новой эндоваскулярной парадигмы в лечении ПБА и их доказательную базу.

Эндоваскулярные методы реваскуляризации бедренно-подколенного сегмента: смена парадигмы

В последние десятилетия подход к выбору стратегии реваскуляризации артерий БПС претерпел значительную эволюцию: от стандартной баллонной ангиопластики (РОВА) – метода, который, несмотря на минимальную

инвазивность, демонстрировал неприемлемо высокие показатели рестеноза при протяжённых, кальцинированных и/или окклюзионных поражениях, – через эпоху голометаллических стентов (BMS), решавших проблему острой эластической отдачи, но не обеспечивавших долговременный результат, до современных технологий, способных подавлять неоинтимальную гиперплазию (баллоны и стенты с лекарственным покрытием) и эвакуировать атероматозный субстрат (дебалкинг-устройства) [29, 30]. Расширение показаний для эндоваскулярных вмешательств сопровождалось накоплением доказательств их клинической эффективности и безопасности как при перемежающейся хромоте, так и при критической ишемии, что косвенно подтверждается и национальными данными о результатах открытых и эндоваскулярных операций в бедренно-подколенном русле [11].

Одним из ключевых факторов смены парадигмы стало понимание биомеханики бедренно-подколенного русла. При движениях в коленном суставе сосуд испытывает многоплоскостные деформации – изгиб, торсию и аксиальное сжатие [31]. Эти нагрузки особенно значимы в дистальной ПБА и в ПКА и исторически приводили к деформациям конструкций, переломам стентов и ускоренному in-stent рестенозу [31, 32]. Появление плетёных нитиноловых стентов (биомиметический дизайн, высокая радиальная прочность при сохранении гибкости; пример – Supera) позволило снизить частоту механических отказов; регистровые и клинические серии показали обнадеживающие результаты среднесрочной проходимости и низкую частоту структурных повреждений [33, 34]. Тем не менее даже при использовании «механически выносливых» стентов сохраняются риски внутрискривого рестеноза (ISR) и перелома (рис. 4), а при тромботической окклюзии стента реинтервенции технически и клинически обременительны: затруднено проведение проводника через стент, и высок риск дистальной эмболизации, нередко требуются комбинированные стратегии (тромбоэкстракция, лизис). Поэтому клиническая практика закономерно перешла к селективному (provisional) стентированию – имплантация только при субоптимальном ангиографическом результате после транскатетерной баллонной ангиопластики (ТЛБАП) [36, 37].



Рис. 4. Повторный перелом стента Supera и реконструкция подколенной артерии (license: CC BY-NC 4.0 [35]):

а – рентгенография левого коленного сустава в прямой (АП) проекции, визуализируется повторный перелом стента в зоне прежнего перелома; *б* – боковая рентгенография левого коленного сустава

Согласно данным регистров, в клинической практике доля рутинного стентирования после ангиопластики в БПС остаётся невысокой: операторская тактика чаще ограничивается стратегией provisional stenting (стентирование по показаниям при субоптимальном ангиографическом результате), что позволяет минимизировать количество имплантируемого металла в зоне высоких механических нагрузок [36, 37]. По данным регистра VQI за период 2016–2017 гг. (так называемая «POST»-эра), суммарная доля первичного стентирования составляла около 34% (26% BMS + 8% DES) [37]. В то же время на уровне популяции отмечается устойчивый рост использования устройств с лекарственным покрытием – как баллонов, так и стентов, что отражает стремление подавить неоинтимальную гиперплазию и снизить частоту таргетной повторной реваскуляризации целевого поражения (TLR) [29].

Ряд рандомизированных исследований демонстрирует эффективность стентов с лекарственным покрытием в снижении риска рестеноза при лечении поражений бедренно-подколенного сегмента. В РКИ Zilver PTX 5-летняя первичная проходимость была выше в подгруппе provisional DES по сравнению с provisional BMS – 72,4% против 53,0% [38]. Сопоставимые тенденции отмечены и в бо-

лее современных протоколах: в исследовании IMPERIAL через 12 мес первичная проходимость составила 86,8% в группе Eluvia и 81,5% – в группе Zilver PTX [39]. В РКИ EMINENT через 12 мес первичная проходимость была 83,2% при использовании СЛП и 74,3% – при BMS [40]. При этом в IMPERIAL и EMINENT оценивалось первичное стентирование (DES vs DES и DES vs BMS соответственно), без протокола bailout, что важно учитывать при сопоставлении с данными подгруппы provisional в Zilver PTX. В целом в этих работах преобладали пациенты с перемежающейся хромотой и поражениями умеренной протяжённости; при этом в отдельных поданализах оценивались и длинные поражения, что следует иметь в виду при экстраполяции результатов на реальные когорты [39, 40].

Для баллонов с лекарственным покрытием эффективность подтверждена несколькими РКИ: IN.PACT SFA и LEVANT 2 продемонстрировали достоверное снижение необходимости TLR и лучшую ангиографическую проходимость на сроках 12–24 мес по сравнению со стандартной ТЛБАП [41, 42]. Эти сигналы согласуются с популяционными трендами: по данным национальных регистров, за последние годы возрастает использование БЛП/СЛП в бедренно-подколенной зоне [29].

Несмотря на прогресс, в клинической практике остаются важные ограничения. Во-первых, подколенная артерия остаётся «механически неблагоприятной» зоной: даже современные стенты подвергаются сильным деформациям при сгибании конечности, поэтому целесообразно минимизировать объём имплантируемого металла [31, 32]. Во-вторых, выраженный кальциноз (чаще в пожилом возрасте, при длительном сахарном диабете, хронической болезни почек) ухудшает непосредственный результат дилатации, повышает риск субоптимального раскрытия просвета и дистальной эмболизации и связан с худшими клиническими исходами, включая ампутации [43]. В-третьих, при протяжённых поражениях и хронических окклюзиях показатели первичной проходимости закономерно ниже, чем при коротких стенозах; аналогично результаты хуже при КИНК, чем при ПХ, что частично отражено в «реальных» сериях наблюдений и анализах дисфункции стентов [34]. Эти факты объясняют сдвиг от универсального первичного стентирования к гибкой

модели: ТЛБАП БЛП с селективным стентированием при необходимости, адресное применение СЛП там, где ожидаемо нужна прочная опора, и подготовка стенки на фоне выраженного кальциноза/протяжённости для повышения непосредственной эффективности и снижения вероятности bailout-стентирования [29, 38–42].

Отдельного комментария заслуживает клиничко-организационный аспект селективного стентирования. По данным крупных регистров, доля имплантации стентов после ТЛБАП в БПС остаётся умеренной: так, в отчётах Vascular Quality Initiative указывается, что во многих центрах операторы ограничиваются имплантацией только при субоптимальном результате (резидуальный стеноз, диссекция с нарушением кровотока, «эллипс-эффект» и т. п.), что снижает объём металла в зоне высоких механических нагрузок [36, 37]. Такой подход логичен с учётом биомеханики сегмента и данных о сложности повторных вмешательств при in-stent рестенозе/тромбозе, особенно в ПкА [39–41]. При этом прямая проспективная head-to-head проверка стратегий БЛП+селективное стентирование против первичного стентирования пока ограничена (существуют пилотные проекты, однако их финальные результаты ещё не представлены в рецензируемых изданиях), а ретроспективные сравнения страдают выраженным селекционным смещением. Тем не менее предварительные регистровые данные из европейской практики (в том числе национальные реестры) свидетельствуют о хорошей проходимости при стратегии provisional stenting, особенно если сочетаются дебалкинг бляшки и применение БЛП [29].

Таким образом, на практике сформировалась современная парадигма эндоваскулярного лечения БПС:

1) при анатомически подходящих поражениях – приоритет БЛП как метода, уменьшающего частоту TLR и ISR;

2) селективное стентирование в качестве страховки при неблагоприятном непосредственном результате;

3) адресное использование СЛП при ожидаемой необходимости постоянной опоры (например, при ригидном атеросклерозе / эластической отдаче) с предпочтением механически устойчивых конструкций в зонах деформаций;

4) методы дебалкинга (атерэктомии) при выраженном кальцинозе и/или протяжённых поражениях – для улучшения просвета, снижения потребности в bailout-стентировании и потенцирования эффекта БЛП [29, 30, 41, 42].

Именно на этом логическом основании – минимизация металла, борьба с кальцинозом и повышение непосредственного эффекта дилатации – в клинической практике усиливается интерес к атерэктомии (направленной, ротационной) как к технологии дебалкинга бляшки.

Эндоваскулярная атерэктомия (направленная, ротационная) при облитерирующем атеросклерозе бедренно-подколенного сегмента: место в лечении

Современный этап развития сосудистой хирургии – эпоха эндоваскулярных вмешательств – характеризуется активной разработкой и совершенствованием различных устройств для механической атерэктомии (mechanical atherectomy, MA), включая системы для направленной, ротационной и эксимерной лазерной атерэктомии. Это во многом обусловлено как вышеописанными недостатками открытых реконструктивных операций и традиционных эндоваскулярных методик, так и нерешённой проблемой выраженного кальциноза сосудистого русла. Важно отметить, что независимо от выбранной тактики лечения – эндоваскулярной или открытой хирургической – кальциноз артериального русла остаётся значимым фактором, ограничивающим эффективность и техническую осуществимость вмешательства. Кальциноз артерий нижних конечностей, как правило, наблюдается у пациентов пожилого возраста, с длительно текущим сахарным диабетом и/или почечной недостаточностью. Наличие кальцинированных поражений само по себе является неблагоприятным прогностическим признаком: так, частота ампутаций при этих поражениях выше, чем при любом сочетании традиционных сердечно-сосудистых факторов риска и низкого ЛПИ, вместе взятых. Кроме того, артериальный кальциноз сопряжён с большими техническими сложностями и худшими результатами хирургического лечения [44].

На этом фоне механическая атерэктомия рассматривается как логичный инструмент

предварительной модификации поражения, и метод уже занял заметное место в лечении окклюзионных поражений артерий нижних конечностей, что подтверждается данными крупных регистров. Так, по результатам клинического регистра Vascular Quality Initiative за 2009–2018 гг. доля МА среди всех вмешательств на бедренно-подколенном сегменте составила 16,8%. В ходе анализа этих данных авторы сравнили результаты МА с баллонной ангиопластикой (без стентирования) и со стентированием, применив метод псевдорандомизации для нивелирования различий между группами. Технический успех вмешательства при применении МА достиг 98,3% против 97,5% в группе изолированной баллонной ангиопластики; частота дистальной эмболизации составила 2% в группе МА и 1,1% при одной лишь ангиопластике. Через год после процедуры первичная проходимость сосудов была несколько выше в группе МА (84,2% против 82%), как и общая выживаемость пациентов (91,1% против 90%). Однако частота повторных вмешательств оказалась выше после МА (15,7% против 13,6%) [30]. При сравнении стратегии МА с первичным стентированием отмечено, что атерэктомия реже приводила к значимым диссекциям (3,7% против 8,2%) и перфорациям сосуда (0,6% против 1,2%), но при этом несколько чаще сопровождалась дистальной эмболизацией (2% против 1,2%). В течение первого года наблюдения в группе МА высокая ампутация конечности выполнялась чаще, чем в группе стентирования (5,3% против 4,1%), при отсутствии межгрупповых различий по показателям первичной проходимости, общей выживаемости и частоты реинтервенций.

В настоящее время на российском рынке доступны современные системы направленной и ротационной атерэктомии, которые позволяют эффективно модифицировать атеросклеротический субстрат поражения, включая участки с кальцинированными бляшками. Применение этих технологий направлено на повышение эффективности последующих этапов эндоваскулярного лечения – таких как транслюминальная баллонная ангиопластика с лекарственным покрытием (ТЛБАП БЛП) или имплантация стентов. Ключевое преимущество метода атерэктомии заключается в возможности радикально уменьшить объём фиброзно-кальциевого компонента бляшки,

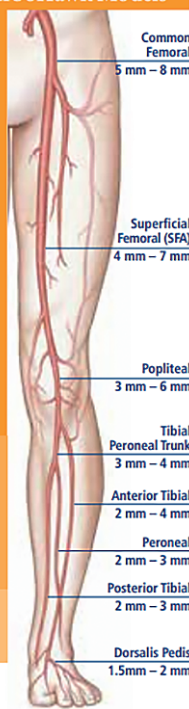
что ведёт к значительному расширению просвета артерии. В ряде случаев это позволяет вовсе избежать установки стента, если его применение изначально не планируется или нежелательно. Особенно эффективно данный подход зарекомендовал себя при протяжённых (более 200 мм) и высококальцинированных поражениях, которые традиционно считаются сложными для эндоваскулярной коррекции [45, 46].

Одной из наиболее широко распространённых систем для направленной атерэктомии в современной практике является платформа TurboHawk (модификация платформы SilverHawk). Эти устройства обеспечивают контролируемое иссечение и извлечение мягких атеросклеротических отложений с минимальной травматизацией сосудистой стенки. Они применяются для обработки как первичных, так и рестенозных поражений периферических артерий, включая участки с кальцификацией (табл. 2). Конструктивно система состоит из гибкого проводника с дистальным режущим блоком. В этом блоке вращающееся лезвие, приводимое в действие мотором на батарейном питании, последовательно срезает атеросклеротические массы по мере медленного продвижения катетера вдоль поражённого сегмента (рис. 5). Срезанные ткани аккумулируются во внутреннем резервуаре наконечника, а управление процессом осуществляется оператором при помощи кнопочного переключателя на рукоятке. Важным элементом безопасности, особенно при обработке протяжённых окклюзий, является применение системы дистальной эмболизационной защиты для профилактики ишемических осложнений [46].

Клиническая эффективность эксцизионной атерэктомии (метод срезания бляшки) с помощью TurboHawk подтверждена в ряде крупных исследований. Исторически стратегию debulking-first (удаление атероматозных масс как первого этапа) для бедренно-подколенного сегмента поддержали результаты нескольких регистров. Так, в многоцентровом регистре TALON (Treating Peripherals with SilverHawk: Outcomes Collection; 600 пациентов, более 1200 инфраингвинальных поражений), где применялась система SilverHawk – технологически предшествующая модификация TurboHawk, продемонстрированы высокая непосредственная успешность процедур, низкая потребность в стентировании и приемлемые

Таблица 2

Технические характеристики катетеров TurboHawk для направленной атерэктомии

Directional Atherectomy Peripheral Catheters											TurboHawk Models	
	Model Name	Catalog Number	Vessel Diameter (mm)	Sheath Compatibility (F)	Crossing Profile (mm)	Working Length ¹ (cm)	Effective Length ² (cm)	Tip Length (cm)	Max. Cut Length (mm)	Packing Device		
LARGE VESSEL	LS-C High Efficiency Cutter Large Vessel Standard Calcium Tip	THS-LS-C	3.5 to 7.0	7	2.7	110	104	6.0	50	■	LS-C, LX-C, LS-M, LX-M	
	LX-C High Efficiency Cutter Large Vessel Xtended Calcium Tip	THS-LX-C	3.5 to 7.0	7	2.7	113	104	9.0	75	■		
	LS-M Smooth Cutter Large Vessel Standard Tip	TH-LS-M	3.5 to 7.0	7 / 8	2.7	110	104	6.0	50	■		
	LX-M Smooth Cutter Large Vessel Xtended Tip	TH-LX-M	3.5 to 7.0	7 / 8	2.7	113	104	9.0	75	■		
SMALL VESSEL	SX-C High Efficiency Cutter Small Vessel Xtended Calcium Tip	THS-SX-C	2.0 to 4.0	6	2.2	135	129	5.9	40	■	SX-C, SS-C, SS-CL	
	SS-C High Efficiency Cutter Small Vessel Standard Calcium Tip	THS-SS-C	2.0 to 4.0	6	2.2	133	129	3.9	20			
	SS-CL High Efficiency Cutter Small Vessel Standard Calcium Tip Long Catheter	THS-SS-CL	2.0 to 4.0	6	2.2	149	145	3.9	20			
	SilverHawk DS Distal Vessel Standard Tip	P4028	1.5 to 2.0	6	1.9	135	132	2.6	10		DS	

¹ Working Length - distal end of strain relief to the distal end of tip.
² Effective Length - distal end of strain relief to the proximal end of cutter window.

¹ Working Length - distal end of strain relief to the distal end of tip.
² Effective Length - distal end of strain relief to the proximal end of cutter window.

Примечания. Катетеры различаются по типу режущего наконечника (High Efficiency Cutter – для плотных кальцинированных поражений, Smooth Cutter – для мягких бляшек), рабочей длине и диаметру обрабатываемого сосуда. Модели LS-C, LX-C, LS-M и LX-M применяются при поражениях крупных сосудов (бедренная и подколенная артерии, диаметр 3,5–7,0 мм), модели SX-C, SS-C и SS-CL – для мелких сосудов (берцовые артерии, диаметр 2,0–4,0 мм), а катетер SilverHawk DS – для дистальных отделов (артерии стопы, Dorsalis Pedis, диаметр 1,5–2,0 мм).

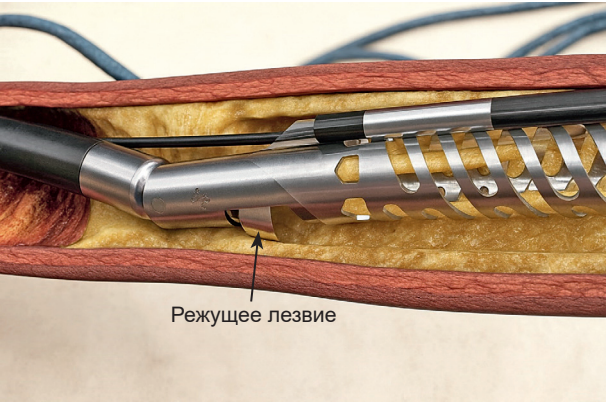


Рис. 5. Механизм срезания атеросклеротической бляшки режущим элементом катетера TurboHawk™ при направленной атерэктомии

среднесрочные клинические исходы при эндоваскулярном лечении поверхностной бедренной и подколенной артерий [47]. В последние годы появились исследования, дополнительно подтверждающие оптимистичные ожидания специалистов относительно эффективности атерэктомии. К одним из наиболее масштабных международных про-

ектов в этой области относится исследование DEFINITIVE LE, посвящённое оценке среднесрочной и долгосрочной эффективности систем TurboHawk при эндоваскулярном лечении периферического атеросклероза бедренно-подколенного сегмента и артерий голени. В это мультицентровое исследование вошли 800 пациентов из 47 клиник США и Европы, включая больных как с ПХ, так и с КИНК, как с сахарным диабетом, так и без него. По результатам наблюдения первых 12 мес прямая атерэктомия (без стентирования) показала высокую эффективность в лечении перемежающейся хромоты независимо от наличия сахарного диабета. Проходимость обработанных сегментов через год составила до 78%, что сопоставимо с показателями при применении стентирования. При этом ключевым преимуществом атерэктомии стало отсутствие инородного имплантата в сосудистом русле и, как следствие, сохранение возможности использования других методов реваскуляризации в дальнейшем. Благодаря этому прямая атерэктомия сегодня позиционируется как ме-

тод выбора для зон артериального русла, где из-за постоянного сгибания и торсионной нагрузки стентирование традиционно не применяется. У пациентов с критической ишемией нижних конечностей применение одной лишь атерэктомии позволило сохранить конечность в 95% случаев в течение первого года наблюдения [45].

В продолжение темы D. Roberts et al. представили результаты исследования DEFINITIVE Ca++, в котором применялась атерэктомия устройствами SilverHawk и TurboHawk у 133 пациентов (Rutherford 2–4). Это проспективное многоцентровое исследование продемонстрировало приемлемые непосредственные и среднесрочные результаты лечения даже у пациентов с выраженным кальцинозом бедренно-подколенного сегмента. Кроме того, была получена важная информация о частоте дистальной эмболизации при эндоваскулярной атерэктомии, что подтвердило необходимость использования защиты дистального русла во время подобных вмешательств [46].

Также A. Rastan et al. был проведён анализ подгруппы пациентов с поражением подколенной артерии в рамках исследования DEFINITIVE LE. В эту выборку вошли 158 пациентов (168 вмешательств), из которых у 46 была критическая ишемия нижних конечностей. Средняя длина поражения составила $5,8 \pm 3,9$ см, при этом в 23,5% случаев отмечались окклюзии артерии. Процентный успех вмешательства достигнут в 84% случаев. Первичная проходимость через год составила 84%: в подгруппе пациентов с перемежающейся хромотой – 89,6%, у пациентов с КИНК – 78% ($p=0,11$). Уровень сохранения конечности через год достиг 97,1% (в группе с ПХ – 100%, с КИНК – 93,8%; $p=0,03$). Данный анализ демонстрирует эффективность направленной атерэктомии при поражении подколенной артерии и позволяет рекомендовать её в качестве основного метода реваскуляризации для таких поражений [48].

Отдельного рассмотрения заслуживает проспективное рандомизированное исследование DEFINITIVE AR, в котором сравнивали две тактики лечения пациентов с поражением бедренно-подколенного сегмента: только транслюминальную баллонную ангиопластику с использованием баллона с лекарственным покрытием и комбинацию направленной атерэктомии (TurboHawk или

SilverHawk)+ТЛБАП БЛП. В исследование вошел 121 пациент, средняя длина поражения составила $11,2 \pm 5,4$ см, при этом 37% имели выраженный кальциноз. Комбинированная тактика обеспечила высокий технический успех (97% против 88%) и снизила необходимость в дополнительном стентировании (4,6% против 18,8%). Через 12 мес первичная проходимость составила 73,9% в группе направленной атерэктомии+DCB и 66,3% в группе DCB-only ($p=0,41$) [49].

Особенно заметное преимущество наблюдалось у пациентов с тяжёлым кальцинозом – 79% против 52% ($p=0,02$) при изолированной баллонной ангиопластике. Таким образом, добавление атерэктомии TurboHawk перед применением баллона с лекарственным покрытием повышало непосредственный технический успех, уменьшало риск остаточной стенозирующей деформации и улучшало годовую проходимость, особенно в кальцинированных поражениях, где изолированная ангиопластика часто оказывается недостаточно эффективной [49].

Высокую эффективность атерэктомии подтверждают также результаты работы K. Stavroulakis et al., которые сравнили исходы эндоваскулярной атерэктомии и изолированной баллонной ангиопластики с лекарственным покрытием при поражении подколенной артерии. В этом одноцентровом исследовании участвовали 72 пациента: 31 больному выполнили ТЛБАП БЛП, а 41 – направленную атерэктомию (устройством TurboHawk). Обе группы были сопоставимы по клиническим проявлениям периферического атеросклероза, протяжённости поражения и степени кальцификации артерий. Технический успех вмешательства в группе баллонной ангиопластики составил 84%, тогда как при использовании атерэктомии он достиг 93%. Первичная проходимость через год после атерэктомии составила 82%, тогда как после ТЛБАП БЛП – лишь 65%, что указывает на статистически значимое преимущество атерэктомии ($p=0,021$) [50].

Помимо эксцизионных катетерных технологий в клинической практике успешно применяется и ротационная атерэктомия. Одним из современных её представителей является система Jetstream. Катетер Jetstream представляет собой эндоваскулярный инструмент с вращающимся режущим элементом и функ-

цией активной аспирации и инфузии, предназначенный для удаления атеросклеротических бляшек и тромботических масс из периферических сосудов. Дистальный наконечник катетера оснащён вращающимися лезвиями из нержавеющей стали. Линейка Jetstream включает несколько моделей катетеров, из которых две обладают дополнительной функцией расширения дистального наконечника, позволяя увеличивать диаметр лезвий и обеспечивать эффективное дробление и удаление более плотных или объёмных поражений

(рис. 6). Механизм увеличения диаметра катетера реализован с помощью пяти специализированных лезвий. Они поворачиваются из тангенциального положения (лезвиями вниз) при вращении наконечника по часовой стрелке в радиальное положение (лезвиями вверх) при вращении наконечника против часовой стрелки [51].

Вращение лезвий обеспечивается электродвигателем, расположенным в отдельном блоке прибора. Удаление материала осуществляется через специальный порт на катетере,

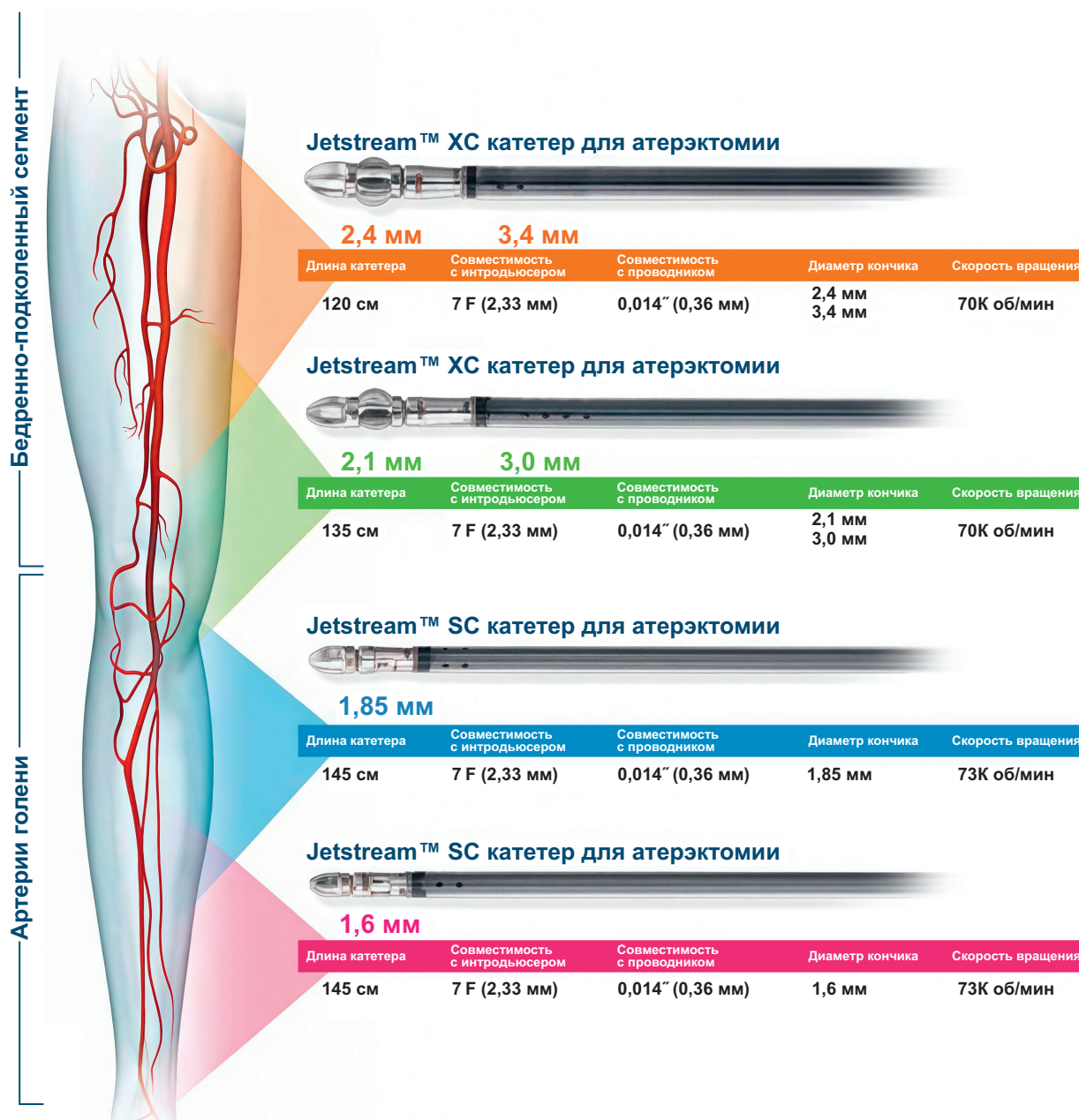


Рис. 6. Линейка катетеров Jetstream™ для атерэктомии: диапазон рабочих диаметров и зон применения.

Катетеры SC и XC с фрезами разных диаметров: 1,6 и 1,85 мм (SC); 2,1/3,0 и 2,4/3,4 мм (XC). Размер подбирается по калибру сосуда и характеру поражения

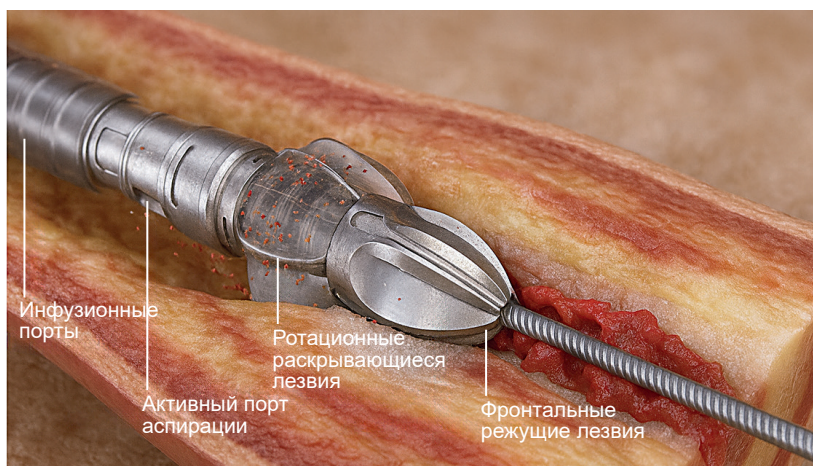


Рис. 7. Принцип работы ротационно-аспирационного катетера Jetstream™ в просвете артерии

соединённый с накопительным мешком в консоли аппарата (рис. 7).

Для повышения безопасности и эффективности процедуры система оборудована двумя независимыми линиями подачи физиологического раствора. Первая линия обеспечивает перфузию узла двигателя, что гарантирует его герметизацию и предотвращает перипроцедурную эмболизацию. Вторая линия подаёт раствор непосредственно в зону реваскуляризации через дистальный отдел катетера, облегчая импульсную аспирацию и удаление атеротромботических масс.

Несмотря на перспективность, объём данных об использовании Jetstream в бедренно-подколенном сегменте пока ограничен. Одним из немногих примеров является одноцентровое исследование, опубликованное G.T. Taneva et al. в декабре 2023 г., где оценивалась эффективность ротационной атерэктомии в сочетании с ТЛБАП БЛП у 103 пациентов с поражениями бедренной и подколенной артерий. Из них 73 (70,9%) поражения представляли собой полные окклюзии, а 84 (81,5%) поражения имели выраженную кальцификацию стенки. Технический успех процедуры достигнут в 96,1% случаев, при этом дополнительное стентирование потребовалось лишь 10 (9,8%) пациентам. Первичная проходимость обработанных сегментов составила 97% через 12 мес и 83% – через 24 мес, вторичная проходимость – 99 и 91% соответственно. Причём эффективность лечения не зависела от локализации поражения, наличия сахарного диабета или опыта оперирующего хирурга [52].

Дополнительные сведения о применении Jetstream предоставил многоцентровый проспективный регистр JET (n=241), посвя-

щённый лечению поражений бедренно-подколенного сегмента в реальной клинической практике. В этом регистре процедурный успех составил 98,3%, частота дистальной эмболизации – лишь 1,4% (3 случая), а свобода от TLR через 12 мес достигла 81,7%. Примечательно, что у 90% пациентов отмечалась ангиографически видимая кальцификация, причём в 47,7% случаев она классифицировалась как умеренная или тяжёлая (moderate/severe calcification, что соответствует III–IV степени по визуальной шкале оценки кальциноза). Средняя длина поражений составляла 16,4 см [53].

В небольшом рандомизированном исследовании JET-RANGER (n=47) сравнивались две тактики: Jetstream+паклитаксел-покрытый баллон (PCB) против стандартной баллонной ангиопластики (POBA)+PCB. Результаты продемонстрировали статистически значимое преимущество первой тактики по непосредственным исходам: процедурный успех составил 87,1% против 52,9% ($p=0,0147$), причём необходимость в экстренном стентировании (bailout) отсутствовала (0% против 50%; $p<0,0001$). Через 12 мес показатели свободы от повторной реваскуляризации (если не считать плановое стентирование за событие) оставались высокими и сопоставимыми в обеих группах (100% против 93,7%; $p=0,327$). Набор пациентов в исследование был преждевременно остановлен из-за трудностей в период пандемии COVID-19 и дискуссий о безопасности паклитаксела, поэтому полученные данные следует рассматривать как предварительные [54].

В многоцентровом исследовании JET-FORWARD, включившем 109 пациентов с кальцинированными поражениями ПБА/ПКА,

ангиографически значимая дистальная эмболизация наблюдалась в 35,5% процедур, при этом однолетняя первичная проходимость составила 88,9%. Анализ результатов позволил выделить независимые предикторы эмболизации: неудовлетворительный дистальный кровоток (поражено ≥ 2 из 3 артерий голени), «бугристый» характер кальциноза (nodular calcium), протяжённость участка, подвергнутого дебалкингу, более 10 см и др. Эти данные свидетельствуют о важности использования эмболопротекции и тщательного отбора пациентов при наличии выраженной кальцификации сосудов [55].

Механистически способность Jetstream увеличивать просвет сосуда за счёт удаления поверхностных кальциевых отложений была подтверждена А. Maehara et al. по результатам внутрисосудистого ультразвукового исследования (IVUS). По их данным, после одной лишь атерэктомии площадь просвета увели-

чивалась примерно на 86% исключительно за счёт модификации кальция (рис. 8); последующая баллонная дилатация давала дополнительный прирост просвета, причём без возникновения значимых диссекций сосудистой стенки [56]. Кроме того, в проспективном многоцентровом исследовании Н.К. Kim et al. оценивали ротационную атерэктомию Jetstream как этап подготовки сосудистой стенки при сложных инфраингвинальных поражениях с последующей антирестенотической терапией. Авторы подтвердили высокую процедурную успешность и приемлемую безопасность метода на неоднородной когорте с неблагоприятной анатомией, что подчёркивает воспроизводимость эффекта дебалкинга вне узкоселективных условий и обосновывает роль ротационной атерэктомии как метода подготовки сосудистой стенки перед использованием баллонов или стентов в условиях сложной анатомии [57].

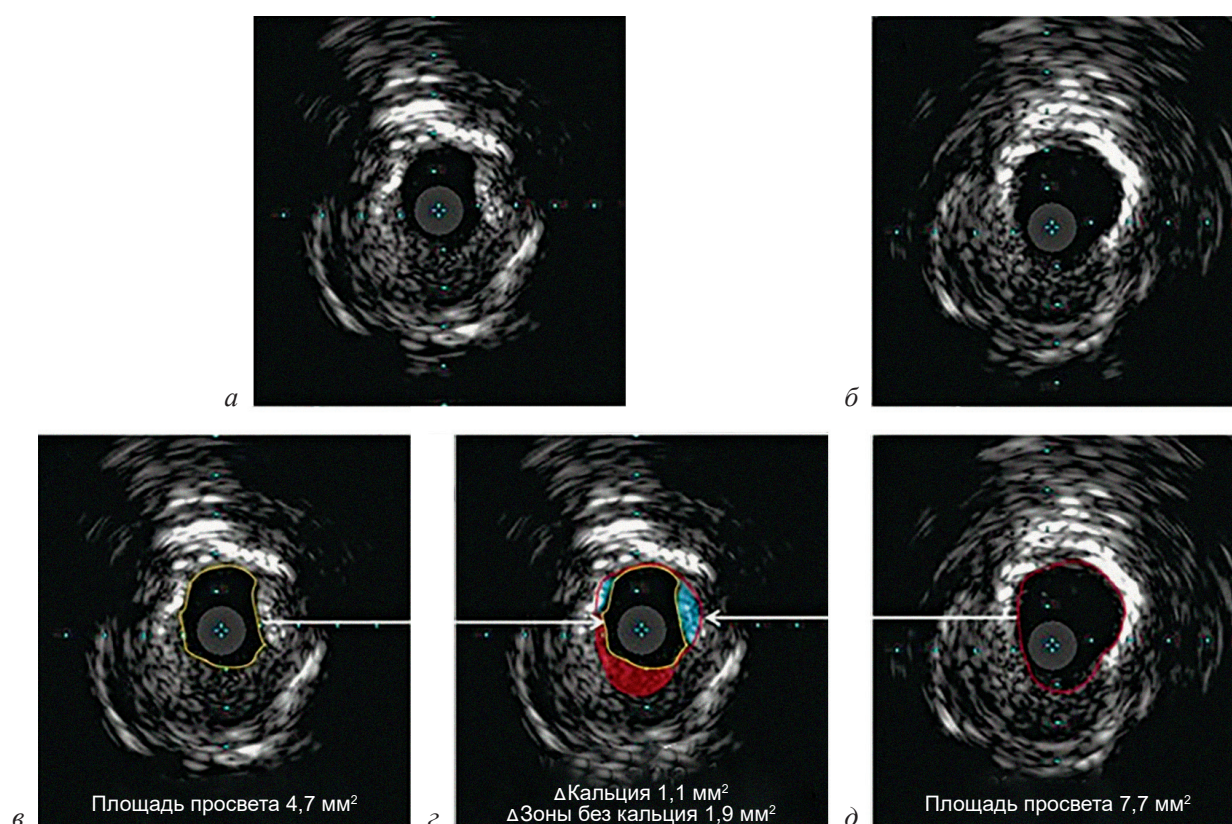


Рис. 8. Внутрисосудистое ультразвуковое исследование до (а, в, з) и после (б, д) атерэктомии с использованием Jetstream [56]:

а – исходное ВСУЗИ-изображение целевого сегмента до вмешательства; б – ВСУЗИ-изображение того же сегмента после атерэктомии; в – оконтуривание просвета на исходном изображении (жёлтый контур; площадь просвета 4,7 мм²); з – наложение (суперпозиция) контуров просвета до и после для оценки прироста просвета; д – оконтуривание просвета после атерэктомии (красный контур; площадь просвета 7,7 мм²).

Увеличение площади просвета с 4,7 до 7,7 мм² преимущественно за счет модификации кальция (Δкальция 1,1 мм²; Δнекальцифицированной ткани 1,9 мм²)

Таким образом, расширение спектра эндоваскулярных технологий при лечении атеросклеротических поражений поднимает перед специалистами новые вопросы. На текущий момент ни зарубежная, ни отечественная научная литература и клинические рекомендации не содержат чётко определённых критериев выбора конкретного метода эндоваскулярного вмешательства; более того, до сих пор не достигнут консенсус относительно эффективности применения атерэктомии у пациентов с облитерирующим атеросклерозом бедренно-подколенного сегмента. В клинической реальности выбор стратегии нередко определяется анатомо-морфологическим профилем поражения и технической осуществимостью процедур. На наш взгляд, к факторам, существенно затрудняющим выполнение ТЛБАП БЛП и повышающим вероятность вынужденного стентирования, относятся полная окклюзия, значительная протяжённость поражения, а также выраженная и/или диффузная кальцификация; последняя остаётся наиболее мощным ограничителем эффективности как эндоваскулярных, так и открытых вмешательств в БПС [44]. В этой парадигме дебалкинг-технологии (направленная и ротационная атерэктомия) целесообразно рассматривать не как альтернативу лекарственным баллонам или стентам, а как инструмент подготовки стенки сосуда, повышающий непосредственную эффективность дилатации, уменьшающий потребность в bailout-стентировании и расширяющий терапевтические возможности в «механически враждебных» зонах. Накопленные данные по TurboHawk и Jetstream подтверждают их практическую значимость в отобранных клинических сценариях, однако остаётся дефицит рандомизированных исследований, стратифицированных по степени кальциноза и протяжённости поражений [45–49, 52–57]. При корректном анатомическом отборе и соблюдении принципов эмболопротекции атерэктомия может служить эффективным компонентом комбинированной эндоваскулярной стратегии в БПС.

Заключение

В ходе обзорного исследования последовательно рассмотрены возможности открытых и эндоваскулярных методов реваскуляризации при облитерирующем атеросклерозе артерий

бедренно-подколенного сегмента и обоснована современная роль атерэктомии как технологии дебалкинга бляшки. В условиях роста распространённости ЗАНК и высокой частоты поражений БПС ключевым лимитирующим фактором остаётся кальциноз, который ассоциирован с худшими техническими и клиническими исходами [44]. Смена подходов в пользу минимизации имплантируемого металла в «механически враждебных» зонах привела к распространению стратегий БЛП+селективное стентирование, где направленная и ротационная атерэктомия повышает непосредственный эффект дилатации и снижает потребность в bailout-стентировании [45–49, 52–54]. Для систем TurboHawk/SilverHawk и Jetstream представлены данные регистров, проспективных исследований и отдельных РКИ, демонстрирующие высокую процедурную успешность, приемлемую безопасность и конкурентоспособную среднесрочную проходимость при корректном отборе пациентов и использовании эмболопротекции [45–49, 52–57]; в то же время остаётся дефицит исследований прямого сравнения (head-to-head), стратифицированных по степени кальциноза, длине/типу поражений и клиническим фенотипам (ПХ против КИНК).

Наиболее предсказуемая польза атерэктомии ожидаема при длинных, кальцинированных, окклюзионных поражениях, где высок риск субоптимальной ТЛБАП БЛП и вынужденного стентирования, а также в сегментах с неблагоприятной биомеханикой, где целесообразна минимизация металла. Требуются многоцентровые рандомизированные исследования с унифицированной оценкой кальциноза (IVUS / оптическая когерентная томография / скоринговые шкалы), стратификацией по протяжённости и типу поражений и клиническому статусу, а также с анализом соотношения стоимость–эффективность комбинированных стратегий (атерэктомия+БЛП/СЛП) относительно альтернатив.

Эндоваскулярную атерэктомию в БПС следует рассматривать не как замену баллонов и стентов, а как аддитивную технологию, расширяющую возможности реваскуляризации при сложной морфологии; при индивидуальном планировании, применении эмболопротекции и рациональном сочетании с лекарственными технологиями она способствует достижению полноценной реконструк-

ции с меньшей потребностью в постоянной имплантации металла. Стандартизация показаний и уточнение места атерэктомии в алгоритмах лечения требуют дальнейших высококачественных исследований.

Литература/References

- Conte M.S., Aulivola B., Barshes N.R., Bertges D.J., Corriere M.A., Murad M.H. et al. Society for Vascular Surgery Clinical Practice Guideline on the management of intermittent claudication: focused update. *J. Vasc. Surg.* 2025; 82 (2): 303–326.e11. DOI: 10.1016/j.jvs.2025.04.041
- Krawisz A.K., Raja A., Secemsky E.A. Femoral-popliteal peripheral artery disease: from symptom presentation to management and treatment controversies. *Prog. Cardiovasc. Dis.* 2021; 65: 15–22. DOI: 10.1016/j.pcad.2021.02.004
- Altin S.E., Parise H., Hess C.N., Rosenthal N.A., Creager M.A., Aronow H.D. et al. Long-term patient outcomes after femoropopliteal peripheral vascular intervention in patients with intermittent claudication. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2023; 16 (14): 1668–1678. DOI: 10.1016/j.jcin.2023.08.027
- Mazzolai L., Teixido-Tura G., Lanzi S., Boc V., Bossone E., Brodmann M. et al. 2024 ESC Guidelines for the management of peripheral arterial and aortic diseases. *Eur. Heart J.* 2024; 45 (36): 3538–3700. DOI: 10.1093/eurheartj/ehae179
- Norgren L., Hiatt W.R., Dormandy J.A., Nehler M.R., Harris K.A., Fowkes F.G. et al. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *J. Vasc. Surg.* 2007; 45 (Suppl. S): S5–S67. DOI: 10.1016/j.jvs.2006.12.037
- Бокерия Л.А., Милюевская Е.Б., Прянишников В.В., Юрлов И.А. Сердечно-сосудистая хирургия – 2022. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения. М.: НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева Минздрава России; 2023.
Bockeria L.A., Milievskaya E.B., Pryanishnikov V.V., Yurlov I.A. Cardiovascular surgery – 2022. Diseases and congenital anomalies of the circulatory system. Moscow; 2023 (in Russ.).
- Bhatt D.L., Steg P.G., Ohman E.M., Hirsch A.T., Ikeda Y., Mas J.L. et al. International prevalence, recognition, and treatment of cardiovascular risk factors in outpatients with atherothrombosis. *JAMA.* 2006; 295 (2): 180–189. DOI: 10.1001/jama.295.2.180
- Sigvant B., Lundin F., Wahlberg E. The risk of disease progression in peripheral arterial disease is higher than expected: a meta-analysis of mortality and disease progression in peripheral arterial disease. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2016; 51 (3): 395–403. DOI: 10.1016/j.ejvs.2015.10.022
- Fowkes F.G., Rudan D., Rudan I., Aboyans V., Denenberg J.O., McDermott M.M. et al. Comparison of global estimates of prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2000 and 2010: a systematic review and analysis. *Lancet.* 2013; 382 (9901): 1329–1340. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)61249-0
- Song P., Rudan D., Zhu Y., Fowkes F.J.I., Rahimi K., Fowkes F.G.R. et al. Global, regional, and national prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2015: an updated systematic review and analysis. *Lancet Glob. Health.* 2019; 7 (8): e1020–e1030. DOI: 10.1016/S2214-109X (19)30255-4
- Алекян Б.Г., Григорьян А.М., Стаферов А.В., Кавтеладзе З.А., Скрыпник Д.В., Тарасов Р.С. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации – 2024 год. *Эндоваскулярная хирургия.* 2025; 12 (Специальный выпуск): S5–S326. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12S-S5-S326
- Alekyan B.G., Grigoryan A.M., Staferov A.V., Kavteladze Z.A., Skrypnik D.V., Tarasov R.S. Endovascular diagnostics and treatment in the Russian Federation (2024). *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2025; 12 (Special Issue): S5–S326 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12S-S5-S326
- Bradbury A.W., Adam D.J., Bell J., Forbes J.F., Fowkes F.G.R., Gillespie I. et al. Multicentre randomised controlled trial of the clinical and cost-effectiveness of a bypass-surgery-first versus a balloon-angioplasty-first revascularisation strategy for severe limb ischaemia due to infrainguinal disease (BASIL). *Health Technol. Assess.* 2010; 14 (14): 1–236. DOI: 10.3310/hta14140
- Enzmann F.K., Nierlich P., Aspalter M., Hitzl W., Dabernig W., Hölzenbein T. et al. Nitinol stent versus bypass in long femoropopliteal lesions: 2-year results of a randomized controlled trial. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2019; 12 (24): 2541–2549. DOI: 10.1016/j.jcin.2019.09.006
- Bosiers M., Setacci C., De Donato G., Torsello G., Silveira P.G., Deloose K. et al. ZILVERPASS Study: ZILVER PTX stent vs bypass surgery in femoropopliteal lesions. *J. Endovasc. Ther.* 2020; 27 (2): 287–295. DOI: 10.1177/1526602820902014
- Conte M.S., Bradbury A.W., Kolh P., White J.V., Dick F., Fitridge R. et al. Global vascular guidelines on the management of chronic limb-threatening ischemia (including GLASS). *J. Vasc. Surg.* 2019; 69 (6S): 3S–125S. e40. DOI: 10.1016/j.jvs.2019.02.016
- Gornik H.L., Aronow H.D., Goodney P.P., Arya S., Brewster L.P., Byrd L. et al. 2024 ACC/AHA/AACVPR/APMA/ABC/SCAI/SVM/SVN/SVS/SIR/VESS Guideline for the management of lower extremity peripheral artery disease. *Circulation.* 2024; 150 (5): e384–e492. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001251
- Klinkert P., Post P.N., Breslau P.J., van Bockel J.H. Saphenous vein versus PTFE for above-knee femoropopliteal bypass: a review of the literature. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2004; 27 (4): 357–362. DOI: 10.1016/j.ejvs.2003.12.027
- Бокерия Л.А., Аракелян В.С., Насыров И.М., Гамзаев Н.Р. Результаты бедренно-подколенных шунтированных у больных с хронической ишемией нижних конечностей. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН.* 2004; 11 (5).
Bockeria L.A., Arakelyan V.S., Nasyrov I.M., Gamzaev N.R. Results of femoropopliteal bypass surgery in patients with chronic lower limb ischemia. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases.* 2004; 11 (5) (in Russ.).
- Antoniou G.A., Koutsias S., Antoniou S.A., Giannoukas A.D. Remote endarterectomy for long-segment SFA occlusive disease: a systematic review. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2008; 36 (3): 310–318. DOI: 10.1016/j.ejvs.2008.04.005

20. Gisbertz S.S., Tutein Nolthenius R.P., de Borst G.J., van der Laan L., Overtom T.T.C., Moll F.L. et al. Remote endarterectomy versus supragenicular bypass for long SFA occlusions: medium-term results of the randomized REVAS trial. *Ann. Vasc. Surg.* 2010; 24 (8): 1015–1023. DOI: 10.1016/j.avsg.2010.03.022
21. Gabrielli R., Rosati M.S., Vitale S., Baciarello G., Siani A., Chiappa R. et al. Randomized trial of remote endarterectomy vs endovascular intervention for TASC II D femoropopliteal lesions. *J. Vasc. Surg.* 2012; 56 (6): 1598–1605. DOI: 10.1016/j.jvs.2012.06.081
22. AbuRahma A.F. When are endovascular and open bypass treatments preferred for femoropopliteal occlusive disease? *Ann. Vasc. Dis.* 2018; 11 (1): 25–40. DOI: 10.3400/avd.ra.18-00001
23. Gaudin A., Jayet J., Decaix V., Davaine J.M., Couture T., Gaudric J. et al. Endarterectomy for isolated atherosclerotic lesions of the popliteal artery. *Ann. Vasc. Surg.* 2020; 66: 631–635. DOI: 10.1016/j.avsg.2020.01.091
24. Lees T., Tröng T., Thomson I.A., Menyhei G., Simo G., Beiles B. et al. International variations in infrainguinal bypass surgery – a VASCUNET report. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2012; 44 (2): 185–192. DOI: 10.1016/j.ejvs.2012.05.006
25. Moxey P.W., Hofman D., Hinchliffe R.J., Jones K., Thompson M.M., Holt P.J.E. Trends and outcomes after surgical lower-limb revascularization in England. *Br. J. Surg.* 2011; 98 (10): 1373–1382. DOI: 10.1002/bjs.7547
26. Bluemn E.G., Flahive J.M., Farber A., Bertges D.J., Goodney P.P., Eldrup-Jorgensen J. et al. Analysis of thirty-day readmission after infrainguinal bypass. *Ann. Vasc. Surg.* 2019; 61: 34–47. DOI: 10.1016/j.avsg.2019.04.029
27. Полянецв А.А., Фролов Д.В., Линченко Д.В., Черноволенько А.А., Дьячкова Ю.А., Обухов А.Д., Бутаева М.Н. Отдаленные результаты реваскуляризации нижних конечностей у пациентов с критической ишемией и сахарным диабетом. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН.* 2020; 21 (6): 669–676. DOI: 10.24022/1810-0694-2020-21-6-669-676
28. Polyantsev A.A., Frolov D.V., Linchenko D.V., Chernovolennykh A.A., Dyachkova Yu.A., Obukhov A.D., Butaeva M.N. Long-term results of lower limb revascularization in patients with critical ischemia and diabetes. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases.* 2020; 21 (6): 669–676 (in Russ.). DOI: 10.24022/1810-0694-2020-21-6-669-676
29. Аракелян В.С., Демидова О.А., Гидаспов Н.А., Лысый Р.Н., Гаглоева А.С. Тактический подход к этапному лечению больного хронической ишемией нижних конечностей в сочетании с ишемической болезнью сердца. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН.* 2019; 20 (9–10): 818–822. DOI: 10.24022/1810-0694-2019-20-9-10-818-822
30. Arakelyan V.S., Demidova O.A., Gidasпов N.A., Lysy R.N., Gagloeva A.S. Tactical approach to staged treatment of patients with chronic lower limb ischemia in combination with coronary heart disease. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases.* 2019; 20 (9–10): 818–822 (in Russ.). DOI: 10.24022/1810-0694-2019-20-9-10-818-822
31. Mohapatra A., Saadeddin Z., Bertges D.J., Madigan M.C., Al-Khoury G.E., Makaroun M.S. et al. Nationwide trends in drug-coated balloon and drug-eluting stent utilization in femoropopliteal arteries. *J. Vasc. Surg.* 2020; 71 (2): 560–566. DOI: 10.1016/j.jvs.2019.05.034
32. Bai H., Fereydooni A., Zhuo H., Zhang Y., Tonnessen B.H., Guzman R.J. et al. Comparison of atherectomy to balloon angioplasty and stenting for isolated femoropopliteal revascularization. *Ann. Vasc. Surg.* 2020; 69: 261–273. DOI: 10.1016/j.avsg.2020.05.019
33. MacTaggart J.N., Phillips N.Y., Lomneth C.S., Pipinos I.I., Bowen R., Baxter B.T. et al. Three-dimensional bending, torsion, and axial compression of the femoropopliteal artery during limb flexion. *J. Biomech.* 2014; 47 (10): 2249–2256. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2014.04.053
34. Maleckis K., Anttila E., Aylward P., Poulson W., Desyatova A., MacTaggart J. et al. Nitinol stents in the femoropopliteal artery: a mechanical perspective on material, design, and performance. *Ann. Biomed. Eng.* 2018; 46 (5): 684–704. DOI: 10.1007/s10439-018-1990-1
35. Garcia L.A., Rosenfield K.R., Metzger C.D., Zidar F., Pershad A., Popma J.J. et al. SUPERB final 3-year outcomes using interwoven nitinol biomimetic Supera stent. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2017; 89 (7): 1259–1267. DOI: 10.1002/ccd.27058
36. Myint M., Schouten O., Bourke V., Thomas S.D., Lennox A.F., Varcoe R.L. et al. Real-world experience with the Supera interwoven nitinol stent in femoropopliteal arteries: midterm patency and failure analysis. *J. Endovasc. Ther.* 2016; 23 (3): 433–441. DOI: 10.1177/1526602816639543
37. Lee B.-C., Park C., Kim H.O., Lee H.K. Repeated Supera stent fracture following stenting for popliteal artery occlusion: a case report. *J. Int. Med. Res.* 2025; 53 (1): 3000605241308488. DOI: 10.1177/03000605241308488
38. Bertges D.J., White R., Cheng Y.-C., Sun T., Ramkumar N., Goodney P.P. et al. Registry Assessment of Peripheral Interventional Devices (RAPID) objective performance goals for SFA / popliteal interventions. *J. Vasc. Surg.* 2021; 73 (5): 1702–1714.e11. DOI: 10.1016/j.jvs.2020.09.030
39. Society for Vascular Surgery Vascular Quality Initiative (VQI). Patient Safety Organization (PSO) Detailed Annual Report – 2016 [Internet]. Waltham, MA: SVS VQI; 2016. https://www.vqi.org/wp-content/uploads/SVS_VQI-Annual-Report_2016_Full-Digital-Final.pdf (accessed January 14, 2025)
40. Dake M.D., Ansel G.M., Jaff M.R., Ohki T., Saxon R.R., Smouse H.B. et al. Durable clinical effectiveness with paclitaxel-eluting stents in the femoropopliteal artery: 5-year results of the Zilver PTX randomized trial. *Circulation.* 2016; 133 (15): 1472–1483. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.016900
41. Gray W.A., Keirse K., Soga Y., Benko A., Babaev A., Yokoi Y. et al. A polymer-coated paclitaxel-eluting stent (Eluvia) versus a polymer-free paclitaxel-coated stent (Zilver PTX) for femoropopliteal intervention (IMPERIAL): a randomized non-inferiority trial. *Lancet.* 2018; 392 (10157): 1541–1551. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)32262-1
42. Gouëffic Y., Torsello G., Zeller T., Esposito G., Vermassen F., Hausegger K.A. et al. Efficacy of a drug-eluting stent versus bare-metal stents for symptomatic femoropopliteal disease: primary results of the EMINENT randomized trial. *Circulation.* 2022; 146 (21): 1564–1576. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.122.059606

41. Tepe G., Laird J., Schneider P., Brodmann M., Krishnan P., Micari A. et al. Drug-coated balloon vs standard PTA for SFA/popliteal disease (IN.PACT SFA): randomized trial. *Circulation*. 2015; 131: 495–502. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.114.011004
42. Rosenfield K., Jaff M.R., White C.J., Rocha-Singh K., Mena-Hurtado C., Metzger D.C. et al. Trial of a paclitaxel-coated balloon for femoropopliteal artery disease (LEVANT 2). *N. Engl. J. Med.* 2015; 373 (2): 145–153. DOI: 10.1056/NEJMoa1406235
43. Lanzer P., Hannan F.M., Lanzer J.D., Janzen J., Raggi P., Furniss D. et al. Medial arterial calcification: JACC state-of-the-art review. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2021; 78 (11): 1145–1165. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.06.049
44. Zettervall S.L., Marshall A.P., Fleser P., Guzman R.J. Association of arterial calcification with chronic limb ischemia in patients with peripheral artery disease. *J. Vasc. Surg.* 2018; 67 (2): 507–513. DOI: 10.1016/j.jvs.2017.06.086
45. McKinsey J.F., Zeller T., Rocha-Singh K.J., Jaff M.R., Garcia L.A.; DEFINITIVE LE Investigators. Lower extremity revascularization using directional atherectomy: 12-month prospective results of the DEFINITIVE LE study. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2014; 7 (8): 923–933. DOI: 10.1016/j.jcin.2014.05.006
46. Roberts D., Niazi K., Miller W., Krishnan P., Gammon R., Schreiber T. et al. Effective endovascular treatment of calcified femoropopliteal disease with directional atherectomy and distal embolic protection: final results of the DEFINITIVE Ca++ trial. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2014; 84 (2): 236–244. DOI: 10.1002/ccd.25384
47. Ramaiah V., Gammon R., Kiesz S., Cardenas J., Runyon J.P., Fail P. et al. Midterm outcomes from the TALON registry (Treating Peripherals with SilverHawk: Outcomes Collection). *J. Endovasc. Ther.* 2006; 13 (5): 592–602. DOI: 10.1583/05-1780MR.1
48. Rastan A., McKinsey J.F., Garcia L.A., Rocha-Singh K.J., Jaff M.R., Zeller T. One-year outcomes following directional atherectomy of popliteal artery lesions: subgroup analysis of the prospective, multicenter DEFINITIVE LE trial. *J. Endovasc. Ther.* 2018; 25 (1): 100–108. DOI: 10.1177/1526602817740133
49. Zeller T., Langhoff R., Rocha-Singh K.J., Jaff M.R., Blessing E., Amann-Vesti B. et al. Directional atherectomy followed by a paclitaxel-coated balloon to inhibit restenosis and maintain vessel patency: 12-month results of the DEFINITIVE AR study. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2017; 10 (9): e004848. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.116.004848
50. Stavroulakis K., Schwindt A., Torsello G., Stachmann A., Hericks C., Bosiers M.J. et al. Directional atherectomy with antirestenotic therapy vs drug-coated balloon angioplasty alone for isolated popliteal artery lesions. *J. Endovasc. Ther.* 2017; 24 (2): 181–188. DOI: 10.1177/1526602816683933
51. Алесян Б.Г. (ред.) Рентгенэндоваскулярная хирургия: Национальное руководство. В 7 т. Т. 6. Заболевания аорты и периферических артерий. Венозная патология. Врожденные пороки сердца. М.: Литтерра; 2024: 258.
52. Alekhan B.G. (Ed.) Endovascular surgery: National guideline. In 7 vol. Vol. 6. Diseases of the aorta and peripheral arteries. Venous pathology. Congenital heart diseases. Moscow: Litterra; 2024: 258 (in Russ.).
53. Taneva G.T., Pitoulas A.G., Avranas K., Kazemtash M., Abu Bakr N., Dahi F. et al. Midterm outcomes of rotational atherectomy-assisted endovascular treatment of severe peripheral arterial disease. *J. Vasc. Surg.* 2024; 79 (4): 887–892. DOI: 10.1016/j.jvs.2023.12.030
54. Gray W.A., Garcia L.A., Amin A., Shammam N.W. Jetstream atherectomy system treatment of femoropopliteal arteries: results of the post-market JET Registry. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2018; 19 (5 Pt A): 506–511. DOI: 10.1016/j.carrev.2017.12.015
55. Shammam N.W., Purushottam B., Shammam W.J., Christensen L., Shammam G., Weakley D. et al. Jetstream atherectomy followed by paclitaxel-coated balloons versus balloon angioplasty followed by paclitaxel-coated balloons: 12-month exploratory results of the prospective randomized JET-RANGER study. *Vasc. Health Risk. Manag.* 2022; 18: 603–615. DOI: 10.2147/VHRM.S371177
56. Kojima S., Tokuda T., Tanaka A., Yoshioka N., Yamaguchi K., Yanagiuchi T. et al. One-year clinical outcomes and predictors of distal embolization after JETSTREAM atherectomy for calcified femoropopliteal lesions: results from the JET-FORWARD study. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2025; 48 (6): 760–768. DOI: 10.1007/s00270-025-04063-1
57. Maehara A., Mintz G.S., Shimshak T.M., Ricotta J.J. 2nd, Ramaiah V., Foster M.T. 3rd et al. Intravascular ultrasound evaluation of JETSTREAM atherectomy removal of superficial calcium in peripheral arteries. *EuroIntervention*. 2015; 11 (1): 96–103. DOI: 10.4244/EIJV11I1A17
58. Kim H.K., Lee J., Yun W.S., Yang S.S., Lee S.S., Park U.J. et al. Prospective, multicenter study of rotational atherectomy with antirestenotic therapy for infrainguinal arterial disease. *Ann. Vasc. Surg.* 2023; 93: 291–299. DOI: 10.1016/j.avsg.2023.01.048

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.145-089.819.5]-073.27

Баллонная ангиопластика центральных вен у диализных больных

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

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

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

³ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, 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 рентгенохирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0001-8013-3580

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

Резюме

У пациентов, получающих заместительную почечную терапию, стенозы и окклюзии вен являются важной и актуальной проблемой. Более 25 лет баллонная ангиопластика остается средством первого выбора при лечении диализных пациентов с поражением центральных вен. По данным литературы, проходимость вен после ангиопластики сильно варьируема. Основными причинами неудовлетворительных результатов являются эластический возврат (рекойл) и гиперплазия интимы.

В обзоре приведены сведения о разных подходах к выполнению баллонной ангиопластики. Также представлены данные литературы по проходимости центральных вен после проведения этого вмешательства.

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

Для цитирования: Шайхутдинов Б.И., Сысоев В.М., Абугов С.А. Баллонная ангиопластика центральных вен у диализных больных. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (4): 436–447. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4-436-447

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 03.10.2025
Принята к печати 10.12.2025

Central vein balloon angioplasty in dialysis patients

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

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

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

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

✉ Bulat I. Shaykhutdinov, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-1791-1711, e-mail: bulat.schaihutdinov@mail.ru

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

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

Abstract

Venous stenosis and occlusion represent a significant issue among patients undergoing renal replacement therapy. For over two decades, balloon angioplasty has been the primary treatment option for dialysis patients with thoracic central vein obstruction. However, the success rate of vein patency following angioplasty varies widely, as reported in the literature. The common causes of unsatisfactory outcomes include elastic recoil and intimal hyperplasia.

The article delves into various strategies employed in the implementation of this procedure. Additionally, it provides an overview of the available data on central venous patency following balloon angioplasty, as presented in the literature.

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

For citation: Shaykhutdinov B.I., Sysoev V.M., Abugov S.A. Central vein balloon angioplasty in dialysis patients. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (4): 436–447 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4-436-447

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

Received October 3, 2025
Accepted December 10, 2025

Введение

В России число пациентов, получающих гемодиализ, ежегодно увеличивается [1]. Одной из ключевых проблем диализных пациентов являются стенозы и окклюзии центральных вен (СЦВ). Их встречаемость варьируется от 9 до 51% случаев [2].

Основная причина формирования поражений центральных вен – их катетеризация [3]. Травма эндотелия вызывает локальное воспаление с сопутствующей активацией коагуляционного каскада. Это приводит к организации тромба и формированию фиброза [4, 5]. Ключевое значение имеет и гиперплазия интимы, предпосылками к которой становятся воспаление, уремия, оксидативный стресс [5–7].

В работе S.J. Oh et al. проведен анализ флебографий, выполненных до и после формирования сосудистого доступа для гемодиализа. Установлены факторы риска развития СЦВ: наличие на исходной ангиографии двух и более коллатеральных сосудов (ОШ 6,489; 95% ДИ 1,604–26,248; $p=0,009$), расположение фистулы слева (ОШ 4,293; 95% ДИ 1,142–16,145; $p=0,031$), а также количество туннельных центральных венозных катетеров в анамнезе. Для одного катетера отношение шансов составило 31,3 (95% ДИ 4,8–204,2; $p<0,001$), для двух катетеров – 94,6 (95% ДИ 10,3–868,9; $p<0,001$), для трех катетеров – 121,5 (95% ДИ 9,8–1510,9; $p<0,001$) [8].

Вероятность возникновения стеноза центральной вены зависит не только от количества катетеризаций, но и от пунктируемого сосуда. Наибольшая частота стенозов отмечается при постановке катетеров через подключичную вену (30–50%), что связано с повышенным механическим воздействием на стенку сосуда. Реже всего (в 10% случаев) поражение вены возникает при использовании правой внутренней яремной вены вследствие прямого положения катетера [9].

У пациентов с хронической болезнью почек (ХБП) нередко возникает необходимость имплантации кардиостимулятора или дефибриллятора. Проводимые при этом электро-

ды также могут стать причиной сужения вен. В проспективном исследовании R.J. Timal et al. среди пациентов на гемодиализе стеноз центральной вены развился в 33,9%, а окклюзия – в 7,1% случаев установки имплантируемого кардиовертера-дефибриллятора [10].

Даже окклюзия центральной вены не всегда приводит к выраженным клиническим проявлениям. Тяжесть симптомов зависит от объемной скорости кровотока в доступе, состояния коллатерального русла, локализации поражения. Признаки наличия СЦВ имеются у 12–13% пациентов с сосудистым доступом [11]. Чаще всего встречаются отек верхней конечности, боль и снижение эффективности диализа. Прогрессирование клинических проявлений СЦВ способно привести к потере функциональности доступа [12]. Нередко это влечет за собой его закрытие.

Согласно рекомендациям KDOQI 2019, показаниями к лечению СЦВ являются стойкие умеренные или выраженные клинические симптомы, а также неэффективность диализа [13]. Основным методом лечения остается эндоваскулярный подход, включая баллонную ангиопластику (БАП) как метод первого выбора [13–16].

Ограничения баллонной ангиопластики

В некоторых случаях, при окклюзионном поражении, провести проводник технически сложно [17]. По данным литературы, реканализацию удается выполнить в 38–92,6% случаев [17–19]. Вероятность успеха зависит от ряда характеристик, таких как протяженность, форма культи, боковые ветви, а также от используемого инструментария и техник, опыта команды [18, 20]. Иногда (до 23% окклюзий) может потребоваться применение техник sharp-реканализации, что позволяет повысить шансы проведения проводника в целевом направлении [21].

Непосредственный успех вмешательств может превышать 98% [22]. Однако отдаленная проходимость остается неудовлетворительной. К 6 мес первичная проходи-

мость составляет 23–63%, к 1 году – 12–50%. Показатели ассистированной проходимости к 6 мес составляют 29–100%, а к 12 мес – 13–100% [23–29]. Тем не менее при выполнении повторных эндоваскулярных вмешательств возможно поддержание долгосрочной проходимости и функциональности доступа [29, 30]. Высокая частота рестенозирования и непереносимое его наступление вызвано и самой баллонной ангиопластикой. При расправлении баллонного катетера просвет вены расширяется в том числе из-за надрывов стенки сосуда. Получаемая при этом травма интимы провоцирует формирование нового сужения [16, 28, 31, 32]. В 10% случаев после БАП отмечается паравазальная гематома [33]. Внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ) вены демонстрирует наличие диссекций, пристеночного тромбоза, ложных аневризм после баллонной ангиопластики [34]. В целях минимизации травмы выполнять процедуру следует только в пределах пораженного участка.

Тип и диаметр баллонного катетера

Признано, что баллонная ангиопластика некомплаентным баллонным катетером высокого давления – метод первого выбора при лечении пациентов с СЦВ [35]. Применение БАП позволяет преодолеть фибротический и эластический компоненты поражений. При лечении периферических стенозов диаметр баллонного катетера часто соответствует референсному диаметру вены [14, 31]. В центральных венах в связи с большей эластичностью диаметр используемого баллона несколько больше.

По мере накопления опыта авторы стали рутинно использовать баллонные катетеры высокого давления большего размера, прибегая к многократной дилатации при выраженном ригидном поражении вены. Для подключичной вены диаметр используемых баллонов составляет 10–14 мм, для плечеголовной и верхней полой вен – 14–20 мм [36]. В целом очень широко применяют баллонные катетеры 10–18 мм. Увеличение диаметра баллона – часто используемый способ повышения эффективности ангиопластики. При анализе данных многоцентрового регистра был сделан вывод, что единственным независимым фактором, улучшающим прохо-

димостью вен после ангиопластики, стал больший диаметр баллонного катетера (ОР 0,71; 95% ДИ 0,55–0,92; $p=0,006$; 5–7 мм против 8–12 мм, $p=0,025$). Увеличение диаметра баллона на 1 мм повышало первичную проходимость на 29% [37]. Применение баллонных катетеров более 5 мм ассоциировано с лучшей проходимостью при ангиопластике юктаанастомотических поражений (ОР 0,422; 95% ДИ 0,201–0,884; $p=0,022$), площадь под ROC-кривой составила 0,624 (95% ДИ 0,486–0,762). Чувствительность – 64,5%, специфичность – 61,8% [38]. Следует признать, что не все авторы разделяют точку зрения «больше диаметр – больше проходимость». По данным Y. Horita, применения баллонных катетеров 7–8 мм для поражений подключичной вены достаточно для клинического улучшения, при этом также снижается риск перфораций [39].

Возможным вариантом воздействия на ригидное поражение является применение режущих баллонов. Однако было продемонстрировано, что использование режущего баллона не имеет преимуществ в проходимости, но чаще приводит к разрывам и диссекциям по сравнению с баллоном высокого давления [35, 40].

Давление в баллонном катетере

Одним из условий баллонной ангиопластики является расправление талии баллона в поражении [41]. В проспективное исследование S.O. Trerotola et al. было включено 230 БАП периферических поражений путей оттока сосудистого доступа. Фиксировалось давление, необходимое для полного расправления баллонного катетера. В 55% случаев потребовалось давление выше 15 атм, в 9% – выше 20 атм. Значение остаточного стеноза (ангиографическая мера успеха ангиопластики) положительно коррелировало с исходной степенью стенозирования и отрицательно – с продолжительностью экспозиции раздутого баллона [42].

С появлением баллонных катетеров очень высокого давления операторы имеют возможность практически всегда получать полное раскрытие катетера. В то же время существовало опасение, что вред от получаемой таким образом дополнительной баротравмы может перевешивать пользу. Однако при проведении прямого сравнения это не подтвердилось [43].

В 2018 г. опубликованы результаты проспективного многоцентрового рандомизированного клинического исследования YOROI по лечению пациентов с дисфункцией доступа. Авторами изучалось влияние высокого давления при баллонной ангиопластике периферических вен на их проходимость. Применялся некомпластный баллонный катетер 4 мм. Пациенты были рандомизированы в две группы: низкого давления (8 атм, 32 пациента) и высокого давления (30 атм, 37 пациентов). Отмечено, что при наборе пациентов у двоих при 8 атм БАП признана неуспешной. Их исключили из исследования, повысили давление в баллонном катетере и успешно завершили ангиопластику. Среди пациентов из группы высокого давления для полного расправления баллонного катетера в 41% случаев было достаточно 10 атм, в 49% – 15 атм, в 76% – 20 атм и в 97% – 30 атм. Проходимость в группах через 3, 6, 12 мес достоверно не отличалась. К 12 мес она составила 47 и 49% в группе низкого и высокого давления соответственно ($p=0,87$). Факторами риска, снизившими 12-месячную проходимость, стали исходно меньший диаметр в стенозе (на каждый 1 мм ОР составило 0,36; 95% ДИ 0,19–0,67; $p=0,001$), а также наличие диабета (ОР 0,33; 95% ДИ 0,13–0,83; $p=0,018$). Остаточный стеноз более 30% встретился у 15 (47%) из 32 пациентов группы низкого давления. В течение 6 мес наблюдения была отмечена тенденция к лучшей проходимости в группе с остаточным стенозом менее 30% (76% против 50%), однако разница не была достоверной ($p=0,95$) [44].

Исследование Q. Zheng et al. также посвящено баллонной ангиопластике преимущественно периферических стенозов. Однако авторами был сделан вывод, что применение давления более 16 атм связано с большей проходимостью после лечения (ОР 0,054; 95% ДИ 0,008–0,360; $p=0,023$). Количество подходов баллонной ангиопластики (более 3 или менее 3) не повлияло на проходимость (ОР 2,316; 95% ДИ 0,440–12,202; $p=0,322$) [28].

Продолжительность ангиопластики

A.R. Forauer et al. в своем рандомизированном исследовании (2008 г.) сравнили результаты баллонной ангиопластики центральных вен у диализных больных в двух группах: с продолжительностью экспозиции расправ-

ленного баллонного катетера в 1 мин и 3 мин. Использовали баллоны с превышением диаметра вены на 10–20% (часто на 1–2 мм), с давлением 18 атм, до трех подходов. Согласно полученным данным, в группе более продолжительной экспозиции чаще удавалось достичь остаточного стенозирования менее 30% (ОШ 4,7; 95% ДИ 1,1–20,1; $p=0,03$). Однако не выявлено различий в 1-, 3- и 6-месячной проходимости [45].

Сравнительный анализ баллонной ангиопластики с экспозицией 30 с ($n=178$) и 1 мин ($n=45$) выполнен в ретроспективном исследовании M. Elramah et al. Предполагалось, что при увеличении продолжительности ангиопластики сосуд получает дополнительную баротравму, что приводит к ускоренному рестенозированию. Согласно полученным данным, в группе более продолжительной экспозиции после 3 мес проходимость была ниже (скорректированное ОР 1,74; 95% ДИ 1,09–2,79; $p=0,02$) [46]. Группы выделялись ретроспективно, исходя из практики двух операторов. Также к недостаткам исследования следует отнести тот факт, что не учитывалось давление ангиопластики (применялись значения от 20 до 30 атм) и количество ее повторений.

В многоцентровом проспективном рандомизированном исследовании CARP 2024 была изучена проходимость после БАП рестенозических поражений периферических вен. Пациентам выполнялась баллонная ангиопластика с медленным нагнетанием давления, по 1 атм в 2 с до значений 16–22 атм. Все больные были рандомизованы в две группы: без экспозиции максимального давления (0 с, $n=19$) и с экспозицией (30 с, $n=32$). Трехмесячная проходимость в группе с экспозицией оказалась выше (94% против 72%, $p=0,005$), 6-месячная проходимость отличалась незначимо (42 и 24% в группе с экспозицией и без нее соответственно, $p=0,28$). В данной работе с лучшей 3-месячной проходимостью были связаны 30-секундная экспозиция (ОР 0,027; 95% ДИ 0,002–0,38; $p=0,0072$), увеличение на 1 мм диаметра проксимального участка вены (ОР 0,32; 95% ДИ 0,08–0,80; $p=0,031$; для диаметра дистального участка вены ОР составило 1,25; 95% ДИ 0,74–2,04; $p=0,35$), а также повышение давления ангиопластики на 1 атм (ОР 0,63; 95% ДИ 0,38–0,86; $p=0,014$). Длина поражения не стала значимым фактором в данном исследовании (ОР составило 1,01;

95% ДИ 0,95–1,07; $p=0,77$). Также оценивали выраженность болевого синдрома по ВАШ (применялась местная анестезия), – отличий между группами не выявлено [47].

В отсутствие убедительных доказательств операторы в основном применяют экспозицию баллонного катетера 1–2 мин. Большинство операторов увеличивают размер и давление баллонного катетера, выполняют повторную продолжительную ангиопластику в случаях выраженного рекойла [14].

Публикуемые в литературе результаты баллонной ангиопластики

В одной из первых публикаций результатов эндоваскулярного лечения пациентов с поражением центральных вен, S. Glanz et al., первичная проходимость составила 35 и 6% на 6 и 12 мес соответственно [23]. Согласно накопленным данным литературы, несмотря на выраженную вариабельность результатов, БАП сегодня ассоциирована с большей проходимостью.

В таблице 1 представлены результаты исследований, включавших только изолированную баллонную ангиопластику центральных вен.

Несмотря на улучшение клинических результатов, баллонная ангиопластика центральных вен не является радикальным лечением. Технический неуспех отмечается у 10–46% пациентов [18, 23–25, 49, 52, 53]. Одним из факторов, ограничивающих эффективность ангиопластики центральных вен, является их эластичность [16, 27, 34, 54].

В исследовании C.J. Davidson et al. при помощи внутрисосудистого ультразвукового исследования установлено, что непосредственно после БАП в 64% случаев отмечается эластический возврат сужения (рекойл) более 25% (от диаметра наибольшего баллона), в 45% – диссекция центральных вен [34]. В исследовании E.C. Kovalik et al. изучался ответ стенозированных центральных вен при расправлении баллонного катетера, в 60% случаев применялось ВСУЗИ. Авторами установлено, что в 70% случаев просвет вены увеличивался более чем на 50% от исходного (группа 1), в 23% из-за более выраженного эластического возврата прирост просвета составил менее чем 50% (группа 2). В дальнейшем рестеноз развивался у 81% пациентов из 1-й группы в среднем за 7,6 мес, в то время как во 2-й группе к 3 мес рестеноз развивался в 100% случаев ($p<0,05$) [27].

Сравнение баллонной ангиопластики и стентирования

Для поддержания просвета вен после баллонной ангиопластики возможно проведение стентирования. В отличие от других локализаций поражений диализного доступа, для центральных вен нет качественных рандомизированных клинических исследований по сравнению БАП, имплантации стента или стент-графта [16]. В таблице 2 представлены результаты первичной проходимости в исследованиях, посвященных сравнению баллонной ангиопластики и стентирования центральных вен.

Таблица 1

Опубликованные результаты эндоваскулярного лечения пациентов в сериях с изолированной баллонной ангиопластикой центральных вен

Автор, год	Дизайн	Число пациентов, n	Достигнутый успех, %	Первичная проходимость, %		
				3 мес	6 мес	12 мес
G.A. Beathard, 1992 [26]	Ретроспективное	27	92	–	29	–
S.M. Surowiec et al., 2004 [25]	Ретроспективное	35	89	–	55	43
A. Asif et al., 2009 [48]	Ретроспективное многоцентровое	28	95	–	18	9
K.L. Siu et al., 2012 [49]	Ретроспективное	14	84	71	33	14
S. Cakir et al., 2022 [50]	Проспективное продольное	18	100 (критерий включения)	66,7	16,7	–
A. Saroukhani et al., 2023 [51]	Проспективное поперечное	38	76	–	51	–
A.B. Шабунин и др., 2023 [52]	Ретроспективное	30	53,30	87,2	74,5	39

Таблица 2

Исследования по сравнению БАП и стентирования центральных вен*

Автор, год	Группа	Число пациентов, n	Первичная проходимость, %				P	Вывод
			3 мес	6 мес	12 мес	24 мес		
S.F. Quinn et al., 1995 [55]	БАП	10	–	–	23	12	0,4594	Нет отличий с группой стентирования
	Стент	8	–	–	11	11		
I.D. Maya et al., 2007 [56]	БАП	32	63	38	20	–	0,75	Нет отличий с группой стентирования
	Стент	23	56	33	19	–		
M. Saleh et al., 2017 [57]	БАП	46	87	67,4	51,7	–	Не указано	Нет отличий с группой стентирования
	Стент	17	94,1	82,4	70,6	–		
A.M. Bakken et al., 2007 [58]	БАП	49	58	45	29	7	>0,05	Нет отличий с группой стентирования
	Стент	27	46	38	21	7		
U. Ozyer et al., 2009 [59]	БАП	94	90	83	77	47	<0,0001	Проходимость при БАП выше, чем при стентировании
	Стент	43	85	68	33	9		
Y.C. Kim et al., 2009 [60]	БАП	15	–	84,1	52	32,1	>0,05	Нет отличий с группой стентирования
	Стент	26	–	60	46,7	40		
Y.X. Shi et al., 2013 [61]	БАП	9	–	64,8	48,6	–	0,2	Нет отличий с группой стентирования
	Стент	11	–	90	77,1	–		
S. Gür et al., 2019 [53]	БАП	109	–	–	42	36,3	0,036	При стентировании проходимость выше, чем при БАП
	Стент	32	–	–	58,7	41,9		
K. Hongsakul et al., 2020 [18]	БАП	36	64,7	26,6	13,3	–	0,26	Нет отличий с группой стентирования
	Стент	13	84,6	51,9	20,8	–		
З.Б. Карданахишвили и др., 2020 [29]	БАП	39	–	61,5	15,4	–	0,0017	При стентировании проходимость выше, чем при БАП
	Стент	23	–	82,6	47,8	–		
B. İgüs et al., 2020 [62]	БАП	45	97,74	88,23	73,76	50,76	0,216	Нет отличий с группой стентирования
	Стент	26	96,23	92,34	65,96	47		

* В большинстве случаев применялись голометаллические саморасширяемые стенты.

По данным литературы, однозначного ответа о преимуществе стентирования перед баллонной ангиопластикой сегодня нет. Согласно метаанализу М.К. Razavi et al., стентирование связано с большей 6-месячной первичной проходимостью, чем изолированная БАП (69,7%; 95% ДИ 59,3–82,1% против 50,9%; 95% ДИ 39,0–66,5%) ($p=0,002$) [63]. Однако, по данным метаанализа Т.У. Wu et al., отличий в первичной проходимости на 3, 6, 12 и 24 мес нет. Более того, было выявлено, что изолированная баллонная ангиопластика имеет большую двухлетнюю вторичную проходимость (ОШ=2,15; $p=0,01$) [54]. Металл стента служит дополнительным триггером развития рестеноза. Поэтому в настоящий момент баллонная ангиопластика остается методом пер-

вого выбора, а при ее неуспехе возможно применение стентирования [13, 56]. Принято считать, что в большинстве случаев успешной баллонной ангиопластики дополнительная установка стентов не увеличит отдаленную проходимость, но приведет к росту числа реинтервенций, необходимых для ее поддержания [16, 24, 53, 59, 60, 62], а также к появлению риска развития стент-ассоциированных осложнений [63].

Перспективным является применение покрытых стентов (стент-графтов). Их материал служит препятствием для гиперплазии интимы. В ретроспективном исследовании Р. Quaretti et al. проведено сравнение проходимости центральных вен после эндоваскулярного лечения в трех группах:

1-я группа – изолированная БАП (n=22), 2-я группа – голометаллический стент (n=28) и 3-я группа – покрытый стент (n=20). Тип стента для имплантации выбирал оператор. При сопоставлении локализаций поражения в группе 3 была выше первичная проходимость (p=0,02), меньше количество реинтервенций (0,2 против 1,4/1000 дней, p<0,01), ниже риск развития рестеноза (ОР 0,2; 95% ДИ 0,06–0,7; p=0,012), чем в группе 1. Не было таковых отличий при сравнении групп 1 и 2, 3 и 2. Ассистированная проходимость между группами не отличалась [64].

Однако материал стент-графта также изолирует боковые ветви при их накрытии. Это сокращает возможные опции для создания последующих доступов и развития коллатералей [13, 65]. Перекрытие даже не функционирующих коллатералей в будущем, при развитии рестеноза, увеличивает выраженность венозной гипертензии и риск тромбоза [3]. На практике покрытые стенты используются преимущественно при лечении ранних рестенозов [66–68].

Применение баллонных катетеров с лекарственным покрытием

Известно, что в рестенотических поражениях вен индекс пролиферации выше, чем в нативных [32]. Тем не менее успех применения антипролиферативных покрытий на артериальном русле не должен напрямую транс-

лироваться для венозных поражений [68, 69]. Гистологически и патофизиологически развитие венозных стенозов отличается от артериальных [70]. Гладкомышечные клетки артерий и вен могут отличаться своим ответом на лекарственные средства [71].

Начиная с 2012 г. публикуются исследования по применению баллонных катетеров с лекарственным покрытием у пациентов с осложнениями сосудистого доступа. Однако подавляющее большинство из них не включают пациентов с поражением центральных вен [72, 73].

В таблицах 3 и 4 представлены результаты исследований по применению баллонных катетеров с лекарственным покрытием на центральных венах.

Ограниченный диаметр имеющихся лекарственных баллонов (до 12 мм) часто не соответствует размеру центральных вен. А. Massmann et al. в своей работе описывают самостоятельное покрытие паклитаксолом обычного баллонного катетера 14 мм. Такой подход позволил повысить свободу от реваскуляризации целевого поражения (p=0,029) [74]. К. Hongsakul et al. в своем исследовании выполняли ангиопластику двумя параллельно проведенными баллонными катетерами IN.PACT (6–7 мм) у 16 пациентов. Все пациенты ранее перенесли БАП, медианная проходимость после которой составила 2,5 мес. БАП с ЛС позволила увеличить медианную проходимость до 9 мес (p<0,001) [3].

Таблица 3

Исследования по применению баллонных катетеров с лекарственным покрытием для выполнения баллонной ангиопластики при стеноокклюзионных поражениях центральных вен: медиана проходимости

Автор, год	Дизайн	N, группа лекарственного баллона / контрольная	Медиана проходимости	P	Баллон
A. Massmann et al., 2015 [74]	Ретроспективное	32/20	9 мес / 4 мес	0,021	Elutax
P.M. Kitrou et al., 2017 [75]	Проспективное рандомизированное	20/20	179 дней / 124,5 дня	0,026	Lutonix
S.A. Kennedy et al., 2019 [76]	Метаанализ	–	Для СЦВ отличия в проходимости не значимы		–
K. Hongsakul et al., 2018 [3]	Ретроспективное продольное	16/16	9 мес / 2,5 мес	<0,001	IN.PACT
S. Cakir et al., 2022 [50]	Проспективное продольное	18/18	238,5 дня / 109,0 дня	<0,001	Elutax

Таблица 4

**Исследования по применению баллонных катетеров
с лекарственным покрытием для выполнения баллонной ангиопластики
при стенооокклюзионных поражениях центральных вен: первичная проходимость**

Автор, год	Дизайн	N, группа лекарственного баллона / контрольная	Первичная проходимость, %	
			6 мес	12 мес
K. Hongsakul et al., 2018 [3]	Ретроспективное продольное	16/16	93,75	31,25
W.I.J. Yan et al., 2019 [69]	Метаанализ	46/51	60,3/22,1 (ОР 0,52; 95% ДИ 0,35–0,78; p=0,001)	41,2/10,3 (ОР 0,67; 95% ДИ 0,55–0,82; p=0,0001)
P.M. Kitrou et al., 2021 [37]	Ретроспективный анализ многоцентрового регистра	86/–	62,70	–
S. Cakir et al., 2022 [50]	Проспективное продольное	18/18	16,7/88,9	–

В единственном рандомизированном исследовании, в которое вошли 40 пациентов, у 20 применялся лекарственный баллон Lutonix. Безрецидивный период в группе покрытого баллона составил 179 дней, а в группе обычной ангиопластики – 124,5 дня ($p=0,026$) [75]. По данным регистров (суммарно 106 пациентов), 6-месячная проходимость целевой вены после БАП лекарственным баллоном около 65%, 12-месячная – 34,6% [37]. S. Cakir et al. провели проспективное последовательное сравнение у 18 пациентов результатов обычной баллонной ангиопластики (первое вмешательство) и баллонной ангиопластики с лекарственным покрытием (второе вмешательство). Применение покрытого баллона увеличило безрецидивную проходимость: 238,5 дня против 109 дней ($p<0,001$) [50]. Похожее по дизайну, но ретроспективное исследование опубликовали T.T. Chong et al. с включением 30 пациентов. По их данным, увеличение проходимости оказалось недостоверным (164 против 140 дней, $p=0,257$) [77].

Заключение

Стенозы и окклюзии центральных вен – актуальная проблема для пациентов с терминальной почечной недостаточностью. Их развитие на стороне сосудистого доступа сильно усложняет его использование. Баллонная ангиопластика является методом лечения первого выбора. Накопление данных приводит к лучшему пониманию проблемы. Появление нового инструментария, совершенствование

техник ангиопластики позволяет улучшить ее результаты в плане поддержания функциональности сосудистого доступа.

Литература/References

1. Андрусев А.М., Томилина Н.А., Перегудова Н.Г., Шинкарев М.Б. Заместительная терапия терминальной хронической почечной недостаточности в Российской Федерации 2014–2018 гг. Отчет по данным Общероссийского Регистра заместительной почечной терапии Российского диализного общества. *Нефрология и диализ*. 2020; 22 (1): 1–71. DOI: 10.28996/2618-9801-2020-1suppl-1-71
Andrusev A.M., Tomilina N.A., Peregudova N.G., Shinkarev M.B. Renal replacement therapy for end stage renal disease in Russian Federation, 2014–2018. Russian National Renal Replacement Therapy Registry Report of Russian Public Organization of Nephrologists “Russian Dialysis Society”. *Nephrology and Dialysis*. 2020; 22 (1): 1–71 (in Russ.). DOI: 10.28996/2618-9801-2020-1suppl-1-71
2. Tedla F., Clerger G., Distant D., Salifu M. Prevalence of central vein stenosis in patients referred for vein mapping. *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.* 2018; 13 (7): 1063–1068. DOI: 10.2215/CJN.14001217
3. Hongsakul K., Bannangkoon K., Rookkapan S., Boonsri-rat U., Kritpracha B. Paclitaxel-coated balloon angioplasty for early restenosis of central veins in hemodialysis patients: a single center initial experience. *Korean J. Radiol.* 2018; 19 (3): 410–416. DOI: 10.3348/kjr.2018.19.3.410
4. Sigel B., Swami V., Can A., Parsons R.E., Golub R.M., Kolecki R. et al. Intimal hyperplasia producing thrombus organization in an experimental venous thrombosis model. *J. Vasc. Surg.* 1994; 19 (2): 350–360. DOI: 10.1016/s0741-5214(94)70110-5
5. Weiss M.F., Scivittaro V., Anderson J.M. Oxidative stress and increased expression of growth factors in lesions of failed hemodialysis access. *Am. J. Kidney Dis.* 2001; 37 (5): 970–980. DOI: 10.1016/s0272-6386(05)80013-7

6. Zhang Y., Kong X., Liang L., Xu D. Regulation of vascular remodeling by immune microenvironment after the establishment of autologous arteriovenous fistula in ESRD patients. *Front. Immunol.* 2024; 15: 1365422. DOI: 10.3389/fimmu.2024.1365422
7. Brahmabhatt A., Remuzzi A., Franzoni M., Misra S. The molecular mechanisms of hemodialysis vascular access failure. *Kidney Int.* 2016; 89 (2): 303–316. DOI: 10.1016/j.kint.2015.12.019
8. Oh S.J., Jeong J., Choi S.Y., Kim Y.J., Noh S.Y. Risk factors associated with central vein stenosis development in hemodialysis vascular access among patients with normal preoperative venography. *J. Korean Soc. Radiol.* 2024; 85 (5): 916–925. DOI: 10.3348/jksr.2023.0127
9. Wang D., Guan Y., Zhuo L., Chen Z., Ma X., Huang Y. Percutaneous transluminal angioplasty is safe and feasible for reinsertion of tunneled cuffed catheters in the right internal jugular vein. *Sci. Rep.* 2024; 14 (1): 24017. DOI: 10.1038/s41598-024-73154-9
10. Timal R.J., Karalis I., Cabezas J.M.M., Rotmans J.I., Hensen L.C.R., Buiten M.S. et al. Development of central venous stenosis upon ICD implantation in dialysis patients: a non-negligible issue. *Cardiol. Cardiovasc. Med.* 2022; 6 (2): 171–188. DOI: 10.26502/fcm.92920253
11. Schmidli J., Widmer M.K., Basile C., de Donato G., Gallieni M., Gibbons C.P. et al. Editor's choice – vascular access: 2018 Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2018; 55 (6): 757–818. DOI: 10.1016/j.ejvs.2018.02.001
12. Tatapudi V.S., Spinowitz N., Goldfarb D.S. Symptomatic central venous stenosis in a hemodialysis patient leading to loss of arteriovenous access: a case report and literature review. *Nephron. Extra.* 2014; 4 (1): 50–54. DOI: 10.1159/000360365
13. 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): S1–S164. DOI: 10.1053/j.ajkd.2019.12.001. Erratum in: *Am. J. Kidney Dis.* 2021; 77 (4): 551. DOI: 10.1053/j.ajkd.2021.02.002
14. Ratnam L., Karunanithy N., Mailli L., Diamantopoulos A., Morgan R.A. Dialysis access maintenance: plain balloon angioplasty. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2023; 46 (9): 1136–1143. DOI: 10.1007/s00270-023-03441-x
15. Хроническая болезнь почек. Клинические рекомендации 2021. URL: https://rusnephrology.org/wp-content/uploads/2020/12/CKD_final.pdf (дата обращения 27.04.2025). Russian Clinical Guidelines on Chronic Kidney Disease (2021). Available at: https://rusnephrology.org/wp-content/uploads/2020/12/CKD_final.pdf (accessed 27.04.2025).
16. Shaikh A., Albalas A., Desiraju B., Dwyer A., Haddad N., Almeshmi A. The role of stents in hemodialysis vascular access. *J. Vasc. Access.* 2023; 24 (1): 107–116. DOI: 10.1177/11297298211015069
17. 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
18. 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
19. 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
20. 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. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2024; 11 (3): 352–359 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-3-352-359
21. 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
22. 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
23. Lai Q.Q., Zhang H., Zhou Y., Chen B., Hu B., He F. et al. Long-term outcome of a “Mother-Child” coaxial dual-catheter technique for percutaneous transluminal angioplasty of central vein stenosis or occlusion in hemodialysis patients. *J. Endovasc. Ther.* 2024; 31 (4): 643–650. DOI: 10.1177/15266028221136434
24. Glanz S., Gordon D.H., Lipkowitz G.S., Butt K.M., Hong J., Sclafani S.J. Axillary and subclavian vein stenosis: percutaneous angioplasty. *Radiology.* 1988; 168 (2): 371–373. DOI: 10.1148/radiology.168.2.2969117
25. Bakken A.M., Protack C.D., Saad W.E., Lee D.E., Waldman D.L., Davies M.G. Long-term outcomes of primary angioplasty and primary stenting of central venous stenosis in hemodialysis patients. *J. Vasc. Surg.* 2007; 45 (4): 776–783. DOI: 10.1016/j.jvs.2006.12.04655
26. Surowiec S.M., Fegley A.J., Tanski W.J., Sivamurthy N., Illig K.A., Lee D.E. et al. Endovascular management of central venous stenoses in the hemodialysis patient: results of percutaneous therapy. *Vasc. Endovascular. Surg.* 2004; 38 (4): 349–354. DOI: 10.1177/15385744040380040756
27. Beathard G.A. Percutaneous transvenous angioplasty in the treatment of vascular access stenosis. *Kidney Int.* 1992; 42 (6): 1390–1397. DOI: 10.1038/ki.1992.431
28. Kovalik E.C., Newman G.E., Suhociu P., Knelson M., Schwab S.J. Correction of central venous stenoses: use of angioplasty and vascular Wallstents. *Kidney Int.* 1994; 45. DOI: 10.1038/ki.1994.15659
29. Zheng Q., Xie B., Xie X., Zhang W., Hou J., Feng Z. et al. Predictors associated with early and late restenosis of arteriovenous fistulas and grafts after percutaneous transluminal angiography. *Ann. Transl. Med.* 2021; 9 (2): 132. DOI: 10.21037/atm-20-7690
30. Карданахишвили З.Б., Зулькарнаев А.Б., Рогозин В.В., Степанов В.А. Стентирование и изолированная баллонная ангиопластика при стенозах центральных вен у пациентов на гемодиализе. *Новости хирургии.* 2020; 5.

- URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stentirovanie-i-izolirovannaya-ballonnaya-angioplastika-pri-stenozah-tsentralnyh-ven-u-patsientov-na-gemodialize> (дата обращения 27.04.2025).
- Kardanakhishvili Z.B., Zulkarnaev A.B., Rogozin V.V., Stepanov V.A. Stenting and isolated balloon angioplasty for central venous stenosis in patients undergoing hemodialysis. *Novosti Khirurgii*. 2020; 5 (in Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stentirovanie-i-izolirovannaya-ballonnaya-angioplastika-pri-stenozah-tsentralnyh-ven-u-patsientov-na-gemodialize> (accessed 27.04.2025).
30. Vascular access guidelines: vascular society of Southern Africa. *South African J. Surg.* 2020; 58 (3): S1+. Available at: <https://scielo.org.za/pdf/samj/v112n2b/01.pdf> (accessed 27.04.2025).
 31. Clark T.W., Hirsch D.A., Jindal K.J., Veugelers P.J., Le Blanc J. Outcome and prognostic factors of restenosis after percutaneous treatment of native hemodialysis fistulas. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2002; 13 (1): 51–59. DOI: 10.1016/s1051-0443 (07)60009-8
 32. Chang C.J., Ko P.J., Hsu L.A., Ko Y.S., Ko Y.L., Chen C.F. et al. Highly increased cell proliferation activity in the restenotic hemodialysis vascular access after percutaneous transluminal angioplasty: implication in prevention of restenosis. *Am. J. Kidney Dis.* 2004; 43 (1): 74–84. DOI: 10.1053/j.ajkd.2003.09.0
 33. Tanyeri A. Early inadequate venous flow volume after technically successful balloon angioplasty of radiocephalic arteriovenous fistula: causes and follow-up results. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* 2023; 27 (19): 9076–9084. DOI: 10.26355/eurrev_202310_33933
 34. Davidson C.J., Newman G.E., Sheikh K.H., Kisslo K., Stack R.S., Schwab S.J. Mechanisms of angioplasty in hemodialysis fistula stenoses evaluated by intravascular ultrasound. *Kidney Int.* 1991; 40 (1): 91–95. DOI: 10.1038/ki.1991.185
 35. Chen X., Zhang C., Wang J., Luo T. Comparative efficacy and safety of four common balloon angioplasty techniques for an arteriovenous fistula or graft stenosis: a systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *Ann. Transl. Med.* 2023; 11 (6): 246. DOI: 10.21037/atm-22-381
 36. Гарин Ю.Ю., Асадулаев Ш.М., Козлов К.Л., Федоров А.С., Подметин П.С., Лукьянов Н.Г. Десятилетний опыт эндоваскулярного лечения стенозов центральных вен у пациентов на хроническом гемодиализе. *Международный журнал интервенционной кардиоангиологии*. 2021; 64: 37–45. URL: <http://ijic.ru/pdf/64ER.pdf> (дата обращения 27.04.2025).
Garin Yu.Yu., Asadulaev Sh.M., Kozlov K.L., Fedorov A.S., Podmetin P.S., Lukyanov N.G. Ten-year experience of the endovascular treatment of central vein stenosis in patients undergoing chronic hemodialysis. *International Journal of Interventional Cardioangiology*. 2021; 64: 37–45 (in Russ.). Available at: <http://ijic.ru/pdf/64ER.pdf> (accessed 27.04.2025).
 37. Kitrou P.M., Steinke T., El Hage R., Ponce P., Lucatelli P., Katsanos K. et al. Paclitaxel-coated balloons for the treatment of symptomatic central venous stenosis in vascular access: results from a European, multicenter, single-arm retrospective analysis. *J. Endovasc. Ther.* 2021; 28 (3): 442–451. DOI: 10.1177/15266028211007471
 38. Huang C., Yao G., Hu R., Yang Y., Huang J., Ou F. et al. Outcome and risk factors of restenosis post percutaneous transluminal angioplasty at juxta-anastomotic of wrist autogenous radial-cephalic arteriovenous fistulas: a retrospective cohort study. *Ann. Vasc. Surg.* 2023; 93: 234–242. DOI: 10.1016/j.avsg.2023.01.014
 39. Horita Y. Percutaneous transluminal angioplasty for central venous stenosis or occlusion in hemodialysis patients. *J. Vasc. Access.* 2019; 20 (1 Suppl.): 87–92. DOI: 10.1177/1129729817747545
 40. Rasuli P., Chennur V.S., Connolly M.J., Hadziomerovic A., Pomerleau F.E., Ryan S.E. et al. Randomized trial comparing the primary patency following cutting versus high-pressure balloon angioplasty for treatment of de novo venous stenoses in hemodialysis arteriovenous fistulae. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2015; 26 (12): 1840–1846.e1. DOI: 10.1016/j.jvir.2015.08.024
 41. Khan T., Bhat M., Shah O.A., Choh N.A., Maqsood S., Shera T.A. Percutaneous transluminal angioplasty of dysfunctional hemodialysis vascular access: can careful selection of patients improve the outcomes? *Indian J. Nephrol.* 2022; 32 (3): 233–239. DOI: 10.4103/ijn.IJN_113_21
 42. Trerotola S.O., Kwak A., Clark T.W., Mondschein J.I., Patel A.A., Soulen M.C. et al. Prospective study of balloon inflation pressures and other technical aspects of hemodialysis access angioplasty. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2005; 16 (12): 1613–1618. DOI: 10.1097/01.RVI.0000183588.57568.36
 43. Rajan D.K., Platzker T., Lok C.E., Beecroft J.R., Tan K.T., Sniderman K.W. et al. Ultrahigh-pressure versus high-pressure angioplasty for treatment of venous anastomotic stenosis in hemodialysis grafts: is there a difference in patency? *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2007; 18: 709–714. DOI: 10.1016/j.jvir.2007.03.011
 44. Wakamoto K., Doi S., Nakashima A., Kawai T., Kyuden Y., Naito T. et al. Comparing the 12-month patency of low-versus high-pressure dilation in failing arteriovenous fistulae: a prospective multicenter trial (YOROI study). *J. Vasc. Access.* 2018; 19 (5): 477–483. DOI: 10.1177/1129729818760976
 45. Forauer A.R., Hoffer E.K., Homa K. Dialysis access venous stenoses: treatment with balloon angioplasty 1- versus 3-minute inflation times. *Radiology*. 2008; 249 (1): 375–381. DOI: 10.1148/radiol.2491071845
 46. Elramah M., Boujelbane L., Yevzlin A.S., Wakeen M., Astor B.C., Chan M.R. Dialysis access venous stenosis: treatment with balloon angioplasty 30-second vs. 1-minute inflation times. *Hemodial. Int.* 2015; 19 (1): 108–114. DOI: 10.1111/hdi.12183
 47. Saiki T., Sasaki K., Doi S., Takahashi A., Osaki Y., Ishiuchi N. et al. Comparison between the 0- and 30-s balloon dilation time in percutaneous transluminal angioplasty for restenosed arteriovenous fistula among hemodialysis patients: a multicenter, prospective, randomized trial (CARP study). *Clin. Exp. Nephrol.* 2024; 28 (7): 647–655. DOI: 10.1007/s10157-024-02469-8
 48. Asif A., Salman L., Carrillo R.G., Garisto J.D., Lopera G., Barakat U. et al. Patency rates for angioplasty in the treatment of pacemaker-induced central venous stenosis in hemodialysis patients: results of a multi-center study. *Semin. Dial.* 2009; 22 (6): 671–676. DOI: 10.1111/j.1525-139X.2009.00636.x

49. Siu K.L., Sin F.N.Y., Fong C.Y. Endovascular interventions for peripheral and central venous stenosis in haemodialysis patients with arteriovenous grafts. *Hong Kong J. Radiol.* 2012; 15: 227–232.
50. Cakir S., Guzelbey T., Mutlu I.N., Kilickesmez O. Comparison of functional patency rates between paclitaxel-eluting versus plain balloon angioplasty in hemodialysis patients with central venous stenosis: an intra-individual comparison study. *Ther. Apher. Dial.* 2022; 26 (1): 185–190. DOI: 10.1111/1744-9987.13662
51. Saroukhani A., Sedighi A. Efficacy of balloon angioplasty in patients with central venous stenosis or obstruction resulting from central vein catheter placement. *Adv. Biomed. Res.* 2023; 12: 223. DOI: 10.4103/abr.abr_42_21
52. Шабунин А.В., Дроздов П.А., Макеев Д.А., Нестеренко И.В., Журавель О.С., Астапович С.А. и др. Транслуминальная баллонная ангиопластика в лечении стенозов центральных вен и артериовенозных фистул: непосредственные и отдаленные результаты. *Нефрология и диализ.* 2023; 25 (1): 89–97. DOI: 10.28996/2618-9801-2023-1-89-97
- Shabunin A.V., Drozdov P.A., Makeev D.A., Nesterenko I.V., Zhuravel O.S., Astapovich S.A. et al. Transluminal balloon angioplasty for central venous stenoses and arteriovenous fistulae: immediate and long-term outcomes. *Nephrology and Dialysis.* 2023; 25 (1): 89–97 (in Russ.). DOI: 10.28996/2618-9801-2023-1-89-97
53. Gür S., Oğuzkurt L., Gedikoğlu M. Central venous occlusion in hemodialysis access: comparison between percutaneous transluminal angioplasty alone and nitinol or stainless-steel stent placement. *Diagn. Interv. Imaging.* 2019; 100 (9): 485–492. DOI: 10.1016/j.diii.2019.03.011
54. 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: 525–540. DOI: 10.1007/s00270-019-02383-7
55. Quinn S.F., Schuman E.S., Demlow T.A., Standage B.A., Ragsdale J.W., Green G.S. et al. Percutaneous transluminal angioplasty versus endovascular stent placement in the treatment of venous stenoses in patients undergoing hemodialysis: intermediate results. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 1995; 6 (6): 851–855. DOI: 10.1016/s1051-0443(95)71200-3
56. Maya I.D., Saddekni S., Allon M. Treatment of refractory central vein stenosis in hemodialysis patients with stents. *Semin. Dial.* 2007; 20: 78–82. DOI: 10.1111/j.1525-139X.2007.00246.x
57. Saleh M., Ali H., Elbadawy A., Hasaballah A. Balloon angioplasty with selective stenting strategy in treatment of hemodialysis related central vein occlusive lesions. *Int. Angiol.* 2017; 36 (5): 462–466. DOI: 10.23736/S0392-9590.17.03817-2
58. Bakken A.M., Protack C.D., Saad W.E., Lee D.E., Waldman D.L., Davies M.G. Long-term outcomes of primary angioplasty and primary stenting of central venous stenosis in hemodialysis patients. *J. Vasc. Surg.* 2007; 45 (4): 776–783. DOI: 10.1016/j.jvs.2006.12.04655
59. Ozyer U., Harman A., Yildirim E., Aytekin C., Karakayali F., Boyvat F. Long-term results of angioplasty and stent placement for treatment of central venous obstruction in 126 hemodialysis patients: a 10-year single-center experience. *Am. J. Roentgenol.* 2009; 193 (6): 1672–1679. DOI: 10.2214/AJR.09.2654
60. Kim Y.C., Won J.Y., Choi S.Y., Ko H.K., Lee K.H., Lee D.Y. et al. Percutaneous treatment of central venous stenosis in hemodialysis patients: long-term outcomes. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2009; 32: 271–278. DOI: 10.1007/s00270-009-9511-0
61. Shi Y.X., Ye M., Liang W., Zhang H., Zhao Y.P., Zhang J.W. Endovascular treatment of central venous stenosis and obstruction in hemodialysis patients. *Chin. Med. J.* 2013; 126 (3): 426–430. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0366-6999.20122307
62. Igüs B., Firat A., Bircan H.Y. Endovascular treatment options in central venous stenosis and occlusion: angioplasty or stent? *Ankara Med. J.* 2020; 1: 242–250. DOI: 10.5505/amj.2020.42103
63. Razavi M.K., Rajan D.K., Nordhausen C.T., Bounsanga J., Holden A. Objective performance goals based on a systematic review and meta-analysis of clinical outcomes for bare-metal stents and percutaneous transluminal angioplasty for hemodialysis-related central venous obstruction. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2023; 34 (10): 1664–1673.e3. DOI: 10.1016/j.jvir.2023.05.036
64. Quaretti P., Galli F., Moramarco L.P., Corti R., Leati G., Fiorina I. et al. Stent grafts provided superior primary patency for central venous stenosis treatment in comparison with angioplasty and bare metal stent: a retrospective single center study on 70 hemodialysis patients. *Vasc. Endovascular Surg.* 2016; 50 (4): 221–230. DOI: 10.1177/1538574416639149
65. Verstandig A.G., Berelowitz D., Zaghal I., Goldin I., Olsha O., Shamieh B. et al. Stent grafts for central venous occlusive disease in patients with ipsilateral hemodialysis access. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2013; 24 (9): 1280–1287; quiz 1288. DOI: 10.1016/j.jvir.2013.04.016
66. Gong M., Zhou Y., Zhao B., Kong J., He X. Efficacy of stent-graft placement to salvage central vein stents with recalcitrant restenosis in patients with arteriovenous fistulas. *Semin. Dial.* 2020; 33 (5): 382–387. DOI: 10.1111/sdi.12908
67. Liu Y., Wang Y., Wang X., Zhang B., Lu X., Liang X., et al. Clinical outcomes and predictive factors of stent grafts treatment for symptomatic central venous obstruction in end stage kidney disease patients with arteriovenous access. *Sci. Rep.* 2024; 14 (1): 12709. DOI: 10.1038/s41598-024-63287-2
68. Alnahhal K.I., Rowse J., Kirksey L. Management of concomitant central venous disease. *Cardiovasc. Diagn. Ther.* 2023; 13 (1): 291–298. DOI: 10.21037/cdt-22-570
69. Yan Wee I.J., Yap H.Y., Hsien Ts'ung L.T., Lee Qingwei S., Tan C.S., Tang T.Y. et al. A systematic review and meta-analysis of drug-coated balloon versus conventional balloon angioplasty for dialysis access stenosis. *J. Vasc. Surg.* 2019; 70 (3): 970–979.e3. DOI: 10.1016/j.jvs.2019.01.082
70. Diskin C.J. Novel insights into the pathobiology of the vascular access – do they translate into improved care? *Blood Purif.* 2010; 29 (2): 216–229. DOI: 10.1159/000245650
71. Kim S.J., Masaki T., Leyboldt J.K., Kamerath C.D., Mohammad S.F., Cheung A.K. Arterial and venous smooth-muscle cells differ in their responses to antiproliferative

- drugs. *J. Lab. Clin. Med.* 2004; 144: 156–162. DOI: 10.1016/j.lab.2004.06.002
72. De Pietro D.M., Trerotola S.O. Choosing the right treatment for the right lesion. Part II: a narrative review of drug-coated balloon angioplasty and its evolving role in dialysis access maintenance. *Cardiovasc. Diagn. Ther.* 2023; 13 (1): 233–259. DOI: 10.21037/cdt-22-497
73. Hsin C.H., Yang H.T., Feng P.C., Su T.W., Yu S.Y., Ko P.J. Drug-coated balloon for early recurrent arteriovenous fistula dysfunction. *J. Vasc. Access.* 2024; 25 (5): 1560–1566. DOI: 10.1177/11297298231166426
74. Massmann A., Fries P., Obst-Gleditsch K., Minko P., Shayesteh-Kheslat R., Buecker A. Paclitaxel-coated balloon angioplasty for symptomatic central vein restenosis in patients with hemodialysis fistulas. *J. Endovasc. Ther.* 2015; 22 (1): 74–79. DOI: 10.1177/1526602814566907
75. Kitrou P.M., Papadimitos P., Spiliopoulos S., Katsanos K., Christeas N., Brountzos E. et al. Paclitaxel-coated balloons for the treatment of symptomatic central venous stenosis in dialysis access: results from a randomized controlled trial. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2017; 28 (6): 811–817. DOI: 10.1016/j.jvir.2017.03.007
76. Kennedy S.A., Mafeld S., Baerlocher M.O., Jaber A., Rajan D.K. Drug-coated balloon angioplasty in hemodialysis circuits: a systematic review and meta-analysis. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2019; 30 (4): 483–494.e1. DOI: 10.1016/j.jvir.2019.01.012
77. Chong T.T., Yap H.Y., Tan C.S., Lee Q.S., Chan S.L., Wee I.J.Y. et al. Use of paclitaxel coated drug eluting technology to improve central vein patency for haemodialysis access circuits: any benefit? *Vasc. Specialist. Int.* 2020; 36 (1): 21–27. DOI: 10.5758/vsi.2020.36.1.21

Оригинальные статьи

© Коллектив авторов, 2025

УДК (616.132-007.271+616.12-008.46)-089.819.5-06

Отдалённые результаты одномоментной и этапной транскатетерной имплантации аортального клапана и чрескожного коронарного вмешательства у пациентов с тяжёлым аортальным стенозом в сочетании с ишемической болезнью сердца

Б.Г. Алекаян^{1,2}, Н.Н. Мелешенко¹, А.Я. Новак¹, Е.В. Токмаков¹, Н.Л. Иродова¹, Л.Г. Гёлецыан¹, Ю.Б. Кныш¹, М.В. Кадырова¹, Н.С. Титов¹✉, М.С. Гринберг¹, А.Ш. Ревишвили^{1,2}

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

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

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

Мелешенко Николай Николаевич, канд. мед. наук, науч. сотр., врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-4204-1092

Новак Александр Ярославович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-2442-7415

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

Иродова Наталья Львовна, канд. мед. наук, врач-кардиолог; orcid.org/0000-0002-1372-5639

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

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

Кадырова Мадина Валерьевна, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., заведующая отделением, заместитель генерального директора по общим вопросам и международным связям со странами СНГ и ШОС, врач ультразвуковой диагностики; orcid.org/0000-0001-8231-6866

✉ **Титов Никита Сергеевич**, аспирант, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-5151-4920, e-mail: realnikitatitov@gmail.com

Гринберг Мария Сергеевна, врач ультразвуковой диагностики; orcid.org/0000-0001-6439-5222

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

Резюме

Цель исследования – оценка результатов лечения пациентов с аортальным стенозом в сочетании с ишемической болезнью сердца в отдалённом периоде наблюдения.

Материал и методы. В исследование были включены 84 пациента, перенесших транскатетерную имплантацию аортального клапана (ТИАК) и чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) одномоментно (n = 41; 48,8%) или этапно (n=43; 51,2%). Показания к ЧКВ и ТИАК определялись согласно национальным рекомендациям. Проведён сравнительный анализ исходных характеристик и отдалённых результатов по критериям VARC-3. Статистическая обработка выполнялась в SPSS 27.0 с применением параметрических и непараметрических методов, различия считались значимыми при p<0,05.

Результаты. Отдалённые результаты проанализированы у 76 (90,4%) пациентов; средний срок наблюдения составил 615±300 дней в группе одномоментных и 972±446 дней в группе этапных вмешательств (p<0,05). Повторная коронарография выполнена у 19 (25,0%) пациентов, во всех случаях была проведена успешная селективная катетеризация коронарных артерий. Статистически значимых различий между группами по частоте летальных исходов, инфаркта миокарда, инсульта не выявлено. Двухлетняя общая выживаемость составила 88,6% (90,1% против 87,6%; p=0,665), свобода от нелетального инфаркта миокарда и ОНМК – 98,6%, без различий между группами (p=0,317).

Заключение. Рентгенэндоваскулярное лечение тяжёлого аортального стеноза в сочетании с ишемической болезнью сердца может выполняться одномоментно или этапно, однако единые рекомендации по выбору стратегии отсутствуют. При сравнительном анализе отдалённых результатов лечения не наблюдалось достоверных различий по выживаемости и частоте крупных сердечно-сосудистых событий.

Ключевые слова: аортальный стеноз, ишемическая болезнь сердца, реваскуляризация миокарда, транскатетерная имплантация аортального клапана, чрескожное коронарное вмешательство

Для цитирования: Алекаян Б.Г., Мелешенко Н.Н., Новак А.Я., Токмаков Е.В., Иродова Н.Л., Гёлецыан Л.Г., Кныш Ю.Б., Кадырова М.В., Титов Н.С., Гринберг М.С., Ревишвили А.Ш. Отдалённые результаты одномоментной и этапной транскатетерной имплантации аортального клапана и чрескожного коронарного вмешательства у пациентов с тяжёлым

аортальным стенозом в сочетании с ишемической болезнью сердца. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (4): 448–459. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4-448-459

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 07.10.2025
Принята к печати 08.12.2025

Long-term outcomes of simultaneous and staged transcatheter aortic valve implantation and percutaneous coronary intervention in patients with severe aortic stenosis and concomitant coronary artery disease

B.G. Alekyan^{1,2}, N.N. Meleshenko¹, A.Ya. Novak¹, E.V. Tokmakov¹, N.L. Irodova¹, L.G. Geletsyan¹, Yu.B. Knysh¹, M.V. Kadyrova¹, N.S. Titov¹✉, M.S. Grinberg¹, A.Sh. Revishvili^{1,2}

¹National Medical Research Center of Surgery named after A.V. Vishnevsky, Moscow, Russian Federation

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

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

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

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

Evgeniy V. Tokmakov, Anesthesiologist-Intensivist; orcid.org/0000-0002-2821-0865

Natalya L. Irodova, Cand. Med. Sci., Cardiologist; orcid.org/0000-0002-1372-5639

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

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

Madina V. Kadyrova, Cand. Med. Sci., Senior Researcher, Head of the Department, Deputy General Director for General Affairs and International Relations with the CIS and SCO countries, Ultrasonic Diagnostician; orcid.org/0000-0001-8231-6866

✉ **Nikita S. Titov**, Postgraduate, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-5151-4920, e-mail: realnikitatitov@gmail.com

Mariya S. Grinberg, Ultrasonic Diagnostician; orcid.org/0000-0001-6439-5222

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

Abstract

Objective. To evaluate long-term outcomes in patients with aortic stenosis and concomitant coronary artery disease.

Material and methods. The study included 84 patients who underwent transcatheter aortic valve implantation (TAVI) and percutaneous coronary intervention (PCI) either simultaneously ($n=41$; 48.8%) or in a staged manner ($n=43$; 51.2%). Indications for PCI and TAVI were determined according to national guidelines. Baseline characteristics and long-term outcomes were compared using the VARC-3 criteria. Statistical analysis was performed using SPSS version 27.0 with parametric and nonparametric methods; differences were considered significant at $p<0.05$.

Results. Long-term outcomes were analyzed in 76 (90.4%) patients; the mean follow-up duration was 615 ± 300 days in the simultaneous group and 972 ± 446 days in the staged group ($p<0.05$). Repeat coronary angiography was performed in 19 (25.0%) patients, with successful selective coronary catheterization in all cases. No significant between-group differences were observed in mortality, myocardial infarction, or stroke. Two-year overall survival was 88.6% (90.1% vs 87.6%; $p=0.665$), and freedom from nonfatal myocardial infarction and stroke was 98.6%, with no differences between groups ($p=0.317$).

Conclusion. Endovascular treatment of severe aortic stenosis with concomitant coronary artery disease may be performed either simultaneously or in stages; however, unified guidelines on strategy selection are lacking. Comparative analysis of long-term outcomes demonstrated no significant differences in survival or the incidence of major adverse cardiovascular events.

Keywords: aortic stenosis, coronary artery disease, myocardial revascularization, transcatheter aortic valve implantation, percutaneous coronary intervention

For citation: Alekyan B.G., Meleshenko N.N., Novak A.Ya., Tokmakov E.V., Irodova N.L., Geletsyan L.G., Knysh Yu.B., Kadyrova M.V., Titov N.S., Grinberg M.S., Revishvili A.Sh. Long-term outcomes of simultaneous and staged transcatheter aortic valve implantation and percutaneous coronary intervention in patients with severe aortic stenosis and concomitant coronary artery disease. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (4): 448–459 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4-448-459

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

Received October 7, 2025
Accepted December 8, 2025

Введение

За последние 20 лет транскатетерная имплантация аортального клапана (ТИАК) стала основным методом лечения тяжелого аортального стеноза (АС). Во многих развитых странах количество выполненных ТИАК существенно превышает количество открытых протезирований аортального клапана (ПАК). Например, в 2023 г. в США было выполнено 100 501 ТИАК (84,1% от всех вмешательств на аортальном клапане), в то время как число ПАК составило 18 900 (15,9%) [1, 2]. В Германии, по данным регистра Немецкого общества грудной и сердечно-сосудистой хирургии (GSTCVS/DGTHG), в 2023 г. было выполнено 20 638 (70,7%) ТИАК и только 8552 (29,3%) – ПАК [3]. В Российской Федерации в 2024 г. проведено 2365 ТИАК, а количество протезирований аортального клапана при клапанном стенозе не представлено [4, 5]. Согласно рекомендациям Европейского общества кардиологов (ЕОК) 2025 г. по лечению заболеваний клапанов сердца, ТИАК показана для коррекции тяжёлого АС у пациентов старше 70 лет (класс рекомендаций I, уровень доказательности A) [6]. Рекомендации Американского колледжа кардиологии и Американской ассоциации сердца (АКК/ААС) 2020 г. по клапанным заболеваниям сердца также гласят, что пациентам с симптомным АС старше 65 лет показана ТИАК через трансфеморальный доступ (класс рекомендаций I, уровень доказательности A) [7].

В когортах различных исследований и регистрах, посвящённых ТИАК, ишемическая болезнь сердца (ИБС) встречается у 60–80% пациентов старше 65 лет [8–11]. Однако до сих пор научным сообществом достоверно не определена стратегия лечения ИБС у таких пациентов. Само по себе наличие ИБС повышает периоперационный риск и может осложнить ход ТИАК. Предварительная реваскуляризация миокарда может быть неэффективной, так как АС компрометирует гемодинамику и использование физиологических методов определения значимости стенозов коронарных артерий (КА) может быть затруднительно [12]. Кроме того, выполнение чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) требует назначения двойной антиагрегантной терапии (ДААТ), что повышает риски кровотечения на этапе ТИАК [13]. С другой стороны,

наличие транскатетерного протеза аортального клапана (АК) может технически осложнить выполнение ЧКВ следующим этапом, особенно при имплантации супрааннулярной модели протеза [14]. В связи с этим необходим взвешенный подход к эндоваскулярному лечению больных с АС в сочетании с ИБС. Однако, согласно рекомендациям ЕОК 2025 г. по лечению заболеваний клапанов сердца для этой категории пациентов, ЧКВ следует рассматривать у пациентов, которым первично показано проведение ТИАК, при наличии стеноза коронарной артерии $\geq 90\%$ в сегментах с референтным диаметром $\geq 2,5$ мм, не регламентируя сроки и очередность вмешательств (класс рекомендаций IIa, уровень доказательности B). С учётом ежегодного увеличения количества выполняемых ТИАК в мире и Российской Федерации проблема эндоваскулярного лечения ИБС у данных пациентов становится всё более актуальной [4, 15, 16].

Ранее нами были опубликованы данные госпитальных результатов лечения 59 пациентов с ИБС и АС с использованием этапных и одномоментных ЧКВ и ТИАК. Большие сердечно-сосудистые события (МАСЕ) наблюдались только у 3 (5,0%) пациентов. В группе одномоментного ЧКВ и ТИАК 1 (4,2%) пациент умер на 2-е сутки после успешных ТИАК и ЧКВ от полиорганной недостаточности вследствие кровотечения из места доступа. В группе этапных ЧКВ и ТИАК также у 1 (2,9%) пациента после успешных эндоваскулярных вмешательств развился синдром полиорганной недостаточности на фоне постгеморрагической анемии, который привёл к летальному исходу на 2-е сутки. У 1 (2,9%) пациента на 4-е сутки развилось острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) по ишемическому типу, в связи с чем он был переведен в профильный неврологический стационар на долечивание. Достоверных различий между группами по частоте других послеоперационных осложнений в госпитальном периоде выявлено не было, но было установлено статистически значимое различие по среднему объёму израсходованного контрастного вещества (группа 1 – 400 мл, группа 2 – 550 мл; $p < 0,001$), а также по среднему числу койко-дней (группа 1 – 12 дней, группа 2 – 17 дней; $p < 0,001$). Статистически значимого увеличения лучевой нагрузки при одномоментном выполнении ЧКВ и ТИАК получено не было. В 1-й группе ее

среднее значение составило 144 734 (87 695–180 246) мГр/см², а во 2-й группе – 140 434 (120 498–235 978) мГр/см² ($p=0,223$) [17].

Цель настоящей работы – оценить отдаленные результаты одномоментной и этапной стратегии лечения пациентов с АС в сочетании с ИБС.

Материал и методы

В НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского (далее Центр) с 1 января 2017 г. по 1 января 2025 г. был пролечен 101 пациент, которым по поводу АС в сочетании с ИБС выполняли ТИАК и ЧКВ. Учитывая, что набор пациентов был закончен в июле 2024 г., в данное исследование включены 84 пациента старше 18 лет, которым оба вмешательства проводились либо одномоментно, либо в этапном порядке. Согласно рекомендациям Российского кардиологического общества от 2024 г. по стабильной ишемической болезни сердца, ангиографически значимым поражением коронарных артерий, при котором выполнялось ЧКВ, считался стеноз в проксимальной трети любой эпикардиальной венечной артерии 70% и более или стеноз ствола левой коронарной артерии (стЛКА) 50% и более. В соответствии с рекомендациями ЕОК по клапанным заболеваниям сердца 2021 г. ТИАК выполнялась пациентам среднего и высокого кардиохирургического риска с тяжёлым симптомным АС после обсуждения на консилиуме «сердечно-сосудистой команды» [6]. В зависимости от выбранной стратегии эндоваскулярного лечения пациенты были распределены на две группы: группа 1 – одномоментное ЧКВ и ТИАК ($n=41$; 48,8%), группа 2 – этапное ЧКВ и ТИАК ($n=43$; 51,2%). Одномоментными вмешательствами считались ЧКВ и ТИАК, которые были выполнены в рамках одного анестезиологического пособия, а этапными – при разнице не менее 1 сут между операциями. Оценка отдаленных результатов была проведена на основании критериев Valve Academic Research Consortium 3 (VARC-3) [18].

В общей выборке женщин было 47 (55,9%), а мужчин – 37 (44,1%). В группу 1 включены 14 (34,1%) мужчин и 27 (65,9%) женщин, тогда как в группу 2 – 23 (53,5%) мужчины и 20 (46,5%) женщины. Средний возраст пациентов в группах составил $76,22 \pm 6,06$ и $74,16 \pm 7,6$ года соответственно ($p>0,05$). В обеих группах

преобладали пациенты в возрасте 65–75 лет: в группе 1 их было 18 (43,9%), в группе 2 – 21 (48,8%). В возрастном диапазоне 76–80 лет в обеих группах отмечено по 9 пациентов (22,0 и 20,9% соответственно). Пациентов старше 80 лет было 13 (31,7%) в группе 1 и 9 (20,9%) – в группе 2. Лиц моложе 65 лет зарегистрировано 1 (2,4%) и 4 (9,3%) соответственно. Средний индекс массы тела (ИМТ) составил 28,39 кг/м² в группе 1 и 27,55 кг/м² – в группе 2. Исходная тяжесть состояния пациентов оценивалась по классу стенокардии согласно классификации Canadian Cardiology Society (CCS) и по степени сердечной недостаточности по New York Heart Association (NYHA). Высокие (3–4) классы стенокардии по CCS отмечены у 31 (36,9%) пациента, а признаки хронической сердечной недостаточности (ХСН) III–IV класса по NYHA – у 58 (69,0%) человек. Эпизоды декомпенсации ХСН с госпитализацией в анамнезе имелись у 7 (8,3%) пациентов, синкопальные состояния – у 10 (11,9%). Кардиохирургический риск оценивался по шкале EuroSCORE II. Медианное значение EuroSCORE II составило 6,79 (IQR 4,3–10,76) в группе 1 и 5,9 (IQR 4,06–10,11) – в группе 2 ($p>0,05$). В группе 1 низкий риск отмечался у 9 (22,0%) пациентов, средний – у 16 (39,0%), высокий – также у 16 (39,0%). В группе 2 аналогичные показатели распределились следующим образом: низкий риск – у 10 (23,3%), умеренный – у 18 (41,9%), высокий – у 15 (34,9%) пациентов. Статистически значимых различий по уровню риска между группами не выявлено ($p>0,05$). Среди сопутствующих коморбидных заболеваний наиболее часто встречалось атеросклеротическое поражение периферических артерий – у 47 (55,9%) пациентов. Сахарный диабет II типа был у 34 (40,5%), хроническая обструктивная болезнь лёгких (ХОБЛ) – у 11 (13,1%) пациентов. Выполненное ЧКВ и коронарное шунтирование в анамнезе имелось у 34 (40,5%) и 6 (7,1%) пациентов соответственно, а ОНМК было зарегистрировано у 11 (13,1%) пациентов. У 1 (1,4%) больного ТИАК проводилась по методике valve-in-valve в связи со стенозированием биопротеза АК. Клиническая характеристика пациентов представлена в таблице 1.

Статистическая обработка данных выполнялась с помощью программы SPSS, версия 27.0 (IBM SPSS Statistics for macOS, Version 27.0). Для описания количественных перемен-

Таблица 1

Клиническая характеристика пациентов

Показатель	Группа 1 (n=41)	Группа 2 (n=43)	P
Возраст			
средний, лет	76,22±6,06	74,16±7,6	0,178
до 65 лет, n (%)	1 (2,4)	4 (9,3)	0,36
65–75 лет, n (%)	18 (43,9)	21 (48,8)	0,65
76–80 лет, n (%)	9 (22,0)	9 (20,9)	1,0
старше 80 лет, n (%)	13 (31,7)	9 (20,9)	0,261
Пол, n (%)			
мужской	14 (34,1)	23 (53,5)	0,074
женский	27 (65,9)	20 (46,5)	0,074
ИМТ, кг/м ²	28,39 (IQR 26,06–35,51)	27,55 (IQR 25,91–32,05)	0,224
Скорость клубочковой фильтрации, мл/мин/1,73 м ²	54,95±17,68	54,53±15,79	0,91
EuroSCORE II			
медиана	6,79 (IQR 4,3–10,76)	5,9 (IQR 4,06–10,11)	0,588
<4, n (%)	9 (22,0)	10 (23,3)	1,0
4–8, n (%)	16 (39,0)	18 (41,9)	0,791
>8, n (%)	16 (39,0)	15 (34,9)	0,694
Декомпенсация ХСН в анамнезе, n (%)	3 (7,3)	4 (9,3)	1,0
Синкопе, n (%)	3 (7,3)	7 (16,3)	0,314
Сахарный диабет II типа, n (%)	17 (41,5)	17 (39,5)	0,857
ХОБЛ, n (%)	4 (9,8)	7 (16,3)	0,521
Атеросклероз периферических артерий, n (%)	24 (58,5)	23 (53,5)	0,641
ОКС в анамнезе, n (%)	13 (31,7)	13 (30,2)	0,884
ОНМК в анамнезе, n (%)	7 (17,1)	6 (14,0)	0,768
ЧКВ в анамнезе, n (%)	11 (26,8)	23 (53,5)	0,013
КШ в анамнезе, n (%)	3 (7,3)	3 (7,0)	1,0
ПАК в анамнезе, n (%)	0 (0)	1 (2,3)	–
3–4 класс по CCS, n (%)	18 (43,9)	13 (30,2)	>0,05
III–IV ФК по NYHA, n (%)	30 (73,2)	28 (65,1)	>0,05
Однососудистое поражение, n (%)	38 (92,7)	28 (65,1)	0,005
Двухсосудистое поражение, n (%)	3 (7,3)	12 (27,9)	0,005
Трёхсосудистое поражение, n (%)	0 (0)	3 (7,0)	–
Ствол ЛКА, n (%)	3 (7,3)	6 (14,0)	0,484
Бассейн ПМЖВ, n (%)	12 (29,3)	27 (62,8)	0,002
Бассейн ОВ, n (%)	15 (36,6)	12 (27,9)	0,395
Бассейн ПКА, n (%)	17 (41,5)	22 (51,2)	0,373

Примечание. ЛКА – левая коронарная артерия; ПМЖВ – передняя межжелудочковая ветвь; ОВ – огибающая ветвь; ПКА – правая коронарная артерия.

ных данные объединяли в вариационные ряды и проводили расчет средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD) или медиан (Me) и интерквартильного размаха (IQR) в зависимости от нормальности распределения. Оценка нормальности распределения осуществлялась с использованием критерия Шапиро–Уилка. Сравнение количественных

данных при выявлении нормального распределения выполнялось с помощью методов параметрического анализа. При обнаружении ненормального распределения количественного признака хотя бы в одной из групп сравнение проводилось при помощи непараметрического анализа. Номинальные данные отмечали с помощью абсолютных величин и процент-

ных долей. Сравнение номинальных данных проводили при помощи критерия χ^2 Пирсона или точного критерия Фишера в зависимости от минимального предполагаемого числа (менее или более/равно 10). Результаты оценивали как статистически значимые при $p < 0,05$.

Результаты

Отдаленные результаты были изучены у 76 (90,4%) пациентов. У остальных 8 пациентов сведения об отдаленных исходах получить не удалось в связи с отсутствием контакта. Средний период наблюдения за пациентами составил 615 ± 300 дней в группе 1 и 972 ± 446 дней – в группе 2 ($p < 0,05$). Статистически значимое различие в длительности наблюдения связано с тем, что пациенты группы 2 были включены в исследование раньше. Информация о состоянии пациентов в отдаленном периоде была получена на основании данных повторных госпитализаций, амбулаторных осмотров, анализа анкетных данных и опроса по телефону. Повторную коронарографию в отдаленные сроки наблюдения выполнили у 19 (25,0%) пациентов: у 7 (18,4%) – из группы 1 и у 12 (31,6%) – из группы 2. На базе нашего Центра коронарография была выполнена 17 (22,4%) пациентам. Во всех эпизодах селективная катетеризация устьев коронарных артерий через каркас ранее имплантированного протеза АК была успешно осуществлена. Ситуаций, при которых проведение коронарографии оказалось невозможным вследствие трудностей катетеризации устьев венечных артерий, отмечено не было.

При анализе отдаленных клинических результатов число пациентов с однососудистым поражением коронарного русла в 1-й группе (92,7%) было значимо больше, чем во 2-й группе (65,1%) ($p < 0,005$), так же как и число пациентов с поражениями двух коронарных артерий: 7,3% против 27,9% соответствен-

но ($p < 0,005$). Так как оптимальная стратегия лечения в отношении каждого пациента определялась консилиумом «сердечно-сосудистой команды», то данные различия могут быть объяснены тем, что при прочих равных факторах эти пациенты, по определению консилиума, смогли перенести одномоментное вмешательство с меньшим риском осложнений, чем пациенты с многососудистым поражением. Тем не менее достоверных различий по уровню кардиохирургического риска, рассчитанному по шкале EuroSCORE II, получено не было (медиана в группе 1 составила 5,98 (IQR 3,89–8,67), в группе 2 – 5,85 (IQR 3,96–10,32; $p > 0,05$).

В отдаленные сроки наблюдения в группе 1 были зафиксированы летальные исходы у 4 (10,5%) пациентов: в 1 (2,6%) случае смерть была обусловлена острым инфарктом миокарда (ОИМ), а в 3 (7,9%) – иными причинами (осложнение инфекции COVID-19, желудочно-кишечное кровотечение, тромбоэмболия легочной артерии). В группе 2 умерли 6 (15,8%) пациентов, из них у 1 (2,6%) летальный исход был связан с острым инфарктом миокарда, у 3 (7,9%) – с перенесенным ОНМК, а у 2 (5,3%) – с некардиальными причинами (рак простаты и острая почечная недостаточность). Кроме того, в группе 2 у 1 (2,6%) пациента спустя 4 мес после этапного ЧКВ и ТИАК произошёл нелетальный инфаркт миокарда в зоне ранее стентированной коронарной артерии, еще у 1 (2,6%) – через 8 мес после этапной ТИАК развился нефатальный ишемический инсульт, не приведший к стойкому неврологическому дефициту. Статистически значимых различий между оцениваемыми показателями выявлено не было (табл. 2).

В дополнение к описанным выше эпизодам MACE в отдаленном периоде наблюдения отмечались и другие клинически значимые события (табл. 3). В 1-й группе у 1 (2,6%) пациента спустя 2 мес после выписки разви-

Таблица 2

Большие сердечно-сосудистые события в отдаленном периоде наблюдения, n (%)

Показатель	Группа 1 (n=38)	Группа 2 (n=38)	P
Смерть от любых причин	4 (10,5)	6 (15,8)	0,736
Смерть от ССЗ	1 (2,6)	4 (10,5)	0,358
Нелетальный инфаркт миокарда	0 (0)	1 (2,6)	–
Нелетальное ОНМК	0 (0)	1 (2,6)	–
Всего MACE	4 (10,5)	8 (21,1)	0,346

лась картина септического шока с подозрением на острый инфекционный эндокардит. По данным трансторакальной и чреспищеводной эхокардиографии (ЭхоКГ) признаков вегетаций или других маркеров инфекционного поражения протеза АК выявлено не было. Однако ввиду высокого риска инфекционных осложнений и невозможности полностью исключить связь развившегося сепсиса с ранее имплантированным клапаном была проведена четырёхнедельная антибактериальная терапия (цефоперазон/сульбактам и ванкомицин). На фоне лечения наблюдалась положительная динамика, и пациент был выписан в удовлетворительном состоянии. Во 2-й группе у 1 (2,6%) пациента через месяц после выписки отмечался подъём температуры до 39 °С, по результатам обследования был подтверждён диагноз инфекционного эндокардита, в связи с чем через 6 мес больному была успешно выполнена операция повторного протезирования АК в условиях искусственного кровообращения.

Повторная коронарография в отдалённые сроки наблюдения проведена у 19 (25,0%) пациентов: у 7 (18,4%) – из группы 1 и у 12 (31,6%) – из группы 2. В 17 (22,4%) случаях исследование выполнено в условиях нашего Центра. Во всех наблюдениях удалось успешно осуществить селективную катетеризацию устьев КА через каркас ранее имплантированного протеза АК, что косвенно подтверждает корректность имплантации клапана. В группе 1 успешное ЧКВ через каркас протеза АК в отдалённом периоде выполнено у 2 (5,3%) пациентов: в одном случае вмешательство проводилось по поводу рестеноза ранее имплантированного стента, во втором – из-за прогрессирования атеросклероза в другом ко-

ронарном бассейне. В группе 2 аналогичное вмешательство перенесли 8 (21,1%) пациентов, причём в 6 (15,8%) случаях – по поводу рестеноза артерий. Неудачных попыток ЧКВ в обеих группах не отмечено.

У 5 (5,9%) пациентов, у которых на госпитальном этапе после ТИАК был имплантирован постоянный электрокардиостимулятор (ЭКС) вследствие атриовентрикулярной блокады, осложнений в отдалённом периоде не наблюдалось. При анализе отдалённых результатов у 1 (2,6%) пациента группы 1 зарегистрирована имплантация постоянного ЭКС по поводу полной атриовентрикулярной (АВ) блокады, развившейся через 9 мес после ТИАК. Согласно литературным данным, отсроченные полные АВ-блокады, возникающие более чем через 48 ч после ТИАК и требующие установки электрокардиостимулятора, встречаются примерно в 4–5% случаев; также описаны эпизоды развития полной АВ-блокады спустя 12 мес после ТИАК [19–21].

Через 2 года наблюдения общая выживаемость всех пациентов обеих групп была проанализирована с использованием метода Каплана–Мейера и составила 88,6%: 90,1% – в группе 1 и 87,6% – в группе 2 (рис. 1). Согласно результатам log-rank теста, статистически значимых различий между группами не было установлено ($p = 0,665$). Медиана выживаемости в группе 1 не была достигнута, поскольку кривая не снижалась ниже уровня 0,5. В группе 2 медиана выживаемости составила 1536 дней (95% ДИ 1112,5–1959,5).

Двухлетняя свобода от нелетального инфаркта миокарда в отдалённом периоде достигала 98,6%: 100% – в группе 1 и 97,2% – в группе 2 (рис. 2). При сравнительном анализе

Таблица 3

Осложнения и повторные вмешательства в отдалённом периоде, n (%)

Показатель	Группа 1 (n = 38)	Группа 2 (n = 38)	P
Госпитализации по поводу возможной дисфункции клапана	1 (2,6)	1 (2,6)	1,0
Инфекционный эндокардит	0 (0)	1 (2,6)	–
Повторные операции на АК	0 (0)	1 (2,6)	–
Повторная коронарография	7 (18,4)	12 (31,6)	0,289
Пациенты, перенесшие ЧКВ после ТИАК	2 (5,3)	8 (21,1)	0,086
ЧКВ в связи с рестенозом КА	1 (2,6)	6 (15,8)	0,1
ЧКВ новых поражений КА	1 (2,6)	2 (5,3)	1,0
Осложнения, связанные с имплантацией ЭКС	0 (0)	0 (0)	–
Имплантация ЭКС по поводу отсроченной АВ-блокады 3 степени	1 (2,6)	0 (0)	–

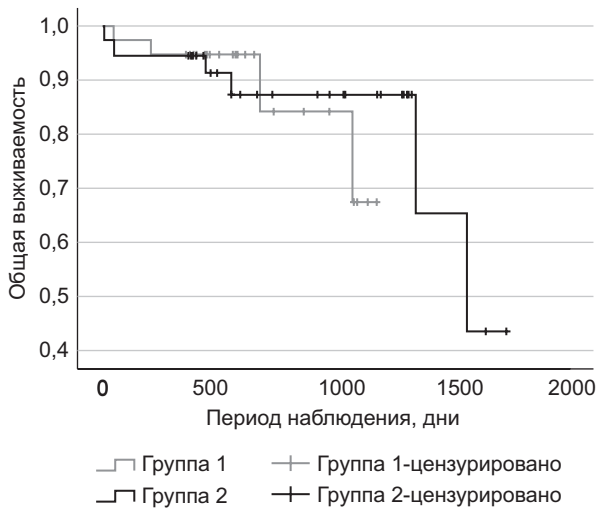


Рис. 1. Общая выживаемость

кривых методом log-rank статистически значимых различий также не выявлено ($p=0,317$). Медиана времени до развития инфаркта миокарда не была определена в обеих группах.

Общая двухлетняя свобода от нелетального ОНМК в отдалённом периоде составила 98,6%, при этом показатели группы 1 и группы 2 также равнялись 100 и 97,2% соответственно (рис. 3). Различий между группами по данным log-rank теста не отмечено ($p=0,317$). Медиана времени до развития ОНМК не была достигнута ни в одной из групп.

Обсуждение

В связи с тем, что за последние годы в ведущих странах миракратно увеличивается число ТИАК, а также расширяются показания для выполнения данной операции у разных категорий пациентов, большой практический интерес представляет перспектива лечения сопутствующей аортальному стенозу ИБС, поскольку атеросклероз имеет общие с АС факторы риска и этапы патогенеза.

Наличие ИБС может ухудшить прогноз выживаемости пациентов после ТИАК уже в 30-дневном послеоперационном периоде. Исследование Т.М. Dewey et al. показало, что риск смерти в течение 30 сут после ТИАК у пациентов с ИБС в 10 раз выше, чем у пациентов без ИБС (95% доверительный интервал (ДИ) 2,1–174,8) [22]. При этом выполнение ЧКВ не гарантирует улучшение выживаемости в госпитальном периоде. Y. Yang et al. провели метаанализ четырех работ, суммарно включавших 209 пациентов, который не по-

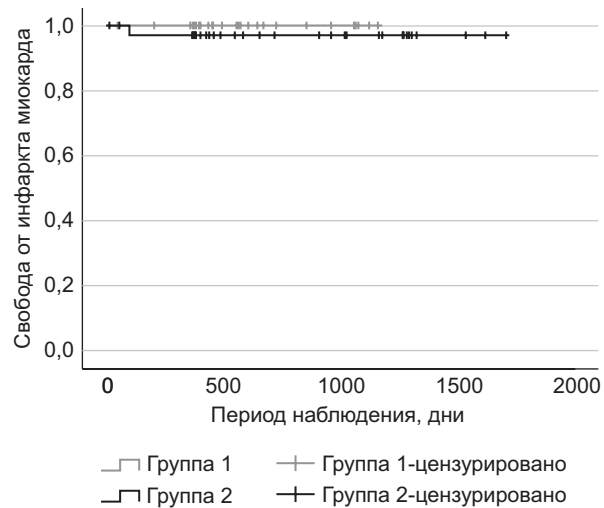


Рис. 2. Выживаемость, свободная от ОИМ

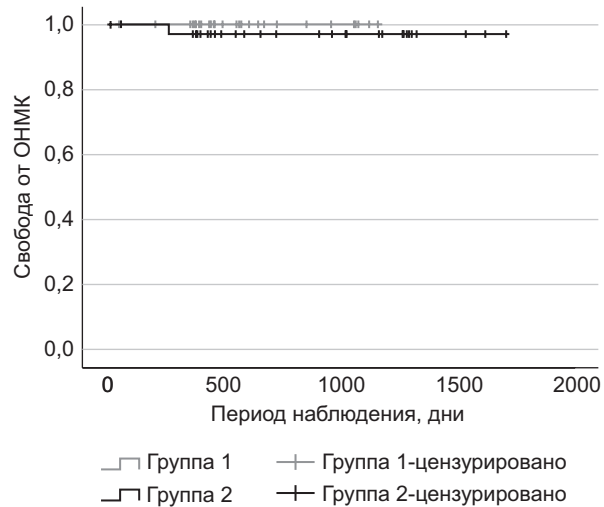


Рис. 3. Выживаемость, свободная от ОНМК

казал достоверной разницы между группами одномоментного и этапного ЧКВ и ТИАК по 30-дневной летальности (отношение шансов (ОШ) 1,47 (0,47–4,62); $p=0,51$), почечной недостаточности (ОШ 3,22 (0,61–17,12); $p=0,17$), перипроцедурному инфаркту миокарда (ОШ 1,44 (0,12–16,94); $p=0,77$), жизнеугрожающему кровотечению (ОШ 0,45 (0,11–1,87); $p=0,27$) или инсульту (ОШ 3,41 (0,16–74,2); $p=0,44$) [23].

С учетом ожидаемой продолжительности жизни, особенно у пациентов с низким кардиохирургическим риском, крайне важно изучить отдалённые результаты выполнения ЧКВ и ТИАК при сопутствующих ИБС и АС. Согласно данным Т. Ochiai et al., 2-летние MACE не отличались у пациентов после одномоментного (группа 1, $n=77$) и этапного (ЧКВ 1-м этапом – группа 2, $n=143$; ТИАК

1-м этапом – группа 3, $n=38$) выполнения ЧКВ и ТИАК (группа 1 против группы 2: ОР 0,92; 95% ДИ 0,52–1,66; $p=0,79$; группа 2 против группы 3: ОР 0,45; 95% ДИ 0,18–1,16; $p=0,10$) [24]. Эти результаты были подтверждены исследованием М. Barbanti et al., в котором у пациентов из группы симультанной ТИАК и ЧКВ и группы пациентов после ТИАК без реваскуляризации миокарда в течение 2 лет комплексная частота смерти, ОИМ и инвалидизирующего ОНМК значимо не отличалась (ТИАК и ЧКВ: 10,4%, ТИАК без реваскуляризации миокарда: 15,4%) [25]. Наше исследование также не продемонстрировало достоверной разницы по смертности от всех причин, ОИМ и ОНМК в отдаленном периоде при сравнении одномоментного и этапного подхода к выполнению ЧКВ и ТИАК. Необходимо принимать во внимание, что при проведении ЧКВ предварительно или одномоментно с ТИАК достоверно возрастают риски кровотечений, что было отмечено в работах, включенных в метаанализ А.М. Altibi et al. (риск кровотечений в 30-дневный период: ОР 1,61; 95% ДИ 1,34–1,95; $p<0,01$) [26]. При анализе госпитальных исходов в нашем исследовании также было установлено, что именно кровотечение из места доступа являлось единственной причиной 2 (2,3%) летальных исходов в общей выборке [17].

В нашем исследовании был отмечен 1 случай имплантации постоянного ЭКС по поводу АВ-блокады, возникшей спустя 9 мес после ТИАК. По данным мировой литературы, отсроченные полные АВ-блокады, развивающиеся спустя более чем 48 ч после ТИАК и требующие имплантации ЭКС, возникают приблизительно в 4–5% случаев [19, 20]. Описаны также клинические случаи возникновения полной АВ-блокады по прошествии 12 мес от момента выполнения ТИАК [21]. Также считаем необходимым акцентировать внимание на пациентке из группы 1, скончавшейся через 6 мес после одномоментного ЧКВ и ТИАК от кровотечения из язвы желудка. Этот случай наглядно демонстрирует необходимость лечения сопутствующих заболеваний у пациентов, находящихся на ДААТ, а также регулярного наблюдения у соответствующих специалистов, в том числе гастроэнтерологов.

В настоящий момент в мировой научной и клинической практике нет единого подхода

к стратегии реваскуляризации миокарда у пациентов, планируемых на проведение ТИАК. По данным L. Rosseel et al., в 27% из 147 европейских клиник, выполняющих ТИАК, ЧКВ проводят только при наличии у пациента стенокардии напряжения, в 43% случаев – только при проксимальных поражениях коронарных артерий (даже при отсутствии стенокардии), в 25% – стратегия ЧКВ в каждом случае индивидуальная и только 5% клиник придерживаются стратегии полной реваскуляризации миокарда. Что касается этапности операций, то в большинстве (72%) случаев ЧКВ выполняется перед ТИАК, что обусловлено тем, что катетеризация коронарных артерий через каркас ранее имплантированного клапана может быть затруднительной [27]. Особенно остро эта проблема стоит при работе с поколениями самораскрывающихся клапанов CoreValve (Medtronic, Minneapolis, MN, USA), которые являются одними из самых широко используемых в мире [28–32]. Данный протез обладает возможностью репозиционирования на большинстве этапов имплантации, что привлекает многих хирургов, так как позволяет имплантировать клапан наиболее прецизионно. Вместе с тем необходимо учитывать, что клапан устанавливается в супрааннулярную позицию в фиброзном кольце АК, поэтому закрытая ячейка стента-каркаса, неверная ориентация комиссур и высота «юбки» могут препятствовать селективной установке катетера в устье КА. Постепенно эта проблема решается, в том числе за счет всё большего внедрения техники комиссурального соответствия при ТИАК [33]. Кроме того, уже зарегистрирована и получила одобрение FDA модель CoreValve Evolut FX+, которая обладает крупной боковой ячейкой, что облегчит катетеризацию КА.

Одновременно с этим существует и обратная точка зрения, согласно которой ЧКВ предпочтительно выполнять после ТИАК. Устранение обструкции на уровне АК снижает постнагрузку на левый желудочек, что позволяет более обоснованно выполнить реваскуляризацию миокарда, применяя физиологические методы верификации значимости коронарных стенозов. Кроме того, при АС выше вероятность интраоперационного развития нестабильной гемодинамики, что существенно повышает риск чрескожных коронарных вмешательств [34].

Заключение

Рентгенэндоваскулярная хирургия в лечении тяжёлого АС в сочетании с ИБС в настоящее время является общепринятым стандартом лечения, распространённость ее в ряде развитых стран значительно превышает таковую открытых симультанных и этапных операций протезирования аортального клапана и коронарного шунтирования. Минимальная инвазивность эндоваскулярных вмешательств позволяет выполнять ЧКВ и ТИАК как одномоментно, так и последовательно в разные этапы. В связи с отсутствием в настоящее время современных рекомендаций по стратегии лечения таких пациентов каждая клиника самостоятельно определяет очередность и сроки проведения вмешательств в конкретных ситуациях. С учетом ежегодного увеличения количества ТИАК, в том числе у пациентов моложе 65 лет, отдельного внимания заслуживают отдалённые результаты лечения ввиду ожидаемой продолжительности жизни пациентов. Имеющиеся к настоящему времени данные мировой литературы являются результатами ретроспективных исследований, которые свидетельствуют о том, что явным преимуществом в выживаемости и частоте развития больших сердечно-сосудистых осложнений не обладают ни одномоментные, ни этапные ЧКВ и ТИАК.

По результатам нашего исследования, в отдалённом периоде наблюдения между группами одномоментного и этапного лечения больных с тяжёлым аортальным стенозом в сочетании с ИБС отсутствуют статистически достоверные различия по большим сердечно-сосудистым событиям ($p=0,34$), повторным вмешательствам на коронарных артериях ($p=0,08$) и аортальном клапане ($p=1,0$).

Показатель общей выживаемости всех пациентов через 2 года составил 88,6% (90,1% – в группе 1 и 87,6% – в группе 2). При проведении log-rank теста статистически значимые различия между группами не были выявлены ($p=0,665$).

Несмотря на отсутствие достоверности по кумулятивному показателю МАСЕ между группами, ишемический инсульт является ведущей причиной смерти (4,1%) у пациентов после перенесенных ЧКВ и ТИАК в отдалённом периоде.

У 13,1% пациентов, перенесших ЧКВ и ТИАК, в отдалённом периоде возникает не-

обходимость в повторной реваскуляризации миокарда (у 9,2% – в связи с рестенозом стентов, у 3,9% – в связи с прогрессом атеросклероза в других венечных артериях).

Повторное хирургическое протезирование аортального клапана по причине инфекционного эндокардита, развившегося спустя 30 дней после ТИАК, имело место у 1 (1,3%) пациента.

Принимая во внимание тот факт, что у ряда пациентов катетеризация коронарных артерий после операций ТИАК может быть затруднительной, а также учитывая отсутствие на госпитальном этапе статистически значимого увеличения лучевой нагрузки на пациента, достоверно сниженный расход контрастного вещества и сокращение срока госпитализации при одномоментном ЧКВ и ТИАК, можно предположить, что такой подход обладает преимуществом перед этапными вмешательствами. Тем не менее окончательные выводы и составление регламентирующих документов будут возможны, когда появятся данные рандомизированных проспективных исследований на данную тему.

Литература/References

1. Atkins M.D., Reardon M.J. What did the transcatheter aortic valve replacement-surgical aortic valve replacement (TAVR-SAVR) trials tell us. *Ann. Cardiothorac. Surg.* 2024; 13 (3): 206–210. DOI: 10.21037/acs-2023-aae-0152
2. Alexander I., Zwischenberger B., Mehaffey J.H., Kaneko T., von Ballmoos M.C.W., Jacobs J.P., Krohn C. et al. The Society of Thoracic Surgeons adult cardiac surgery database: 2024 update on national trends and outcomes. *Ann. Thorac. Surg.* 2025; 119 (6): 1139–1150.
3. Beckmann A., Meyer R., Eberhardt J., Gummert J., Falk V. German Heart Surgery Report 2023: The Annual Updated Registry of the German Society for Thoracic and Cardiovascular Surgery. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2024; 72 (5): 329–345. DOI: 10.1055/s-0044-1787853
4. Алякин Б.Г., Григорьян А.М., Стаферов А.В., Кавтеладзе З.А., Скрыпник Д.В., Тарасов Р.С. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации – 2024 год. *Эндоваскулярная хирургия.* 2025; 12 (Специальный выпуск): S5–S326. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12S-S5-S326
5. Alekhan B.G., Grigoryan A.M., Staferov A.V., Kavteladze Z.A., Skrypnik D.V., Tarasov R.S. Endovascular diagnostics and treatment in the Russian Federation – 2024. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2025; 12 (Special issue): S5–S326 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12S-S5-S326
6. Бокерия Л.А., Милюевская Е.Б., Прянишников В.В. Сердечно-сосудистая хирургия – 2024. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения. М.: ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России, 2025.

- Bockeria L.A., Milievskaia E.B., Pryanishnikov V.V. Cardiovascular surgery – 2024. Diseases and congenital anomalies of the circulatory system. Moscow; 2025 (in Russ.).
6. Praz F., Borger M.A., Lanz J., Marin-Cuartas M., Abreu A., Adamo M. et al. 2025 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur. Heart J.* 2025; 46 (44): 4635–4736. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaf194
 7. Otto C.M., Nishimura R.A., Bonow R.O., Carabello B.A., Erwin J.P. 3rd, Gentile F. et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the management of patients with valvular heart disease: executive summary: a report of the American College of Cardiology / American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation.* 2021; 143 (5): e35–e71. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000932
 8. De Azevedo Filho A.F., Accorsi T.A., Ribeiro H.B. Coronary artery disease in patients with aortic stenosis and transcatheter aortic valve implantation: implications for management. *Eur. Cardiol. Rev.* 2021; 16: e49. 2021; 16: e49. DOI: 10.15420/ocr.2021.27
 9. Popma J.J., Adams D.H., Reardon M.J., Yakubov S.J., Kleiman N.S., Heimansohn D. et al. Transcatheter aortic valve replacement using a self-expanding bioprosthesis in patients with severe aortic stenosis at extreme risk for surgery. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2014; 63 (19): 1972–1981. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.02.556
 10. Leon M.B., Smith C.R., Mack M.J., Makkar R.R., Svensson L.G., Kodali S.K. et al. Transcatheter or surgical aortic-valve replacement in intermediate-risk patients. *N. Engl. J. Med.* 2016; 374 (17): 1609–1620. DOI: 10.1056/NEJMoa1514616
 11. Yang Y., Huang F.Y., Huang B.T., Xiong T.Y., Pu X.B., Chen S.J. et al. The safety of concomitant transcatheter aortic valve replacement and percutaneous coronary intervention: a systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2017; 96: e8919. DOI: 10.1097/MD.00000000000008919; PMID: 29310382
 12. Kotronias R.A., Kwok C.S., George S., Capodanno D., Ludman P.F., Townend J.N. et al. Transcatheter aortic valve implantation with or without percutaneous coronary artery revascularization strategy: a systematic review and meta-analysis. *J. Am. Heart Assoc.* 2017; 6 e005960. DOI: 10.1161/JAHA.117.005960
 13. Aleksandric S., Banovic M., Beleslin B. Challenges in diagnosis and functional assessment of coronary artery disease in patients with severe aortic stenosis. *Front. Cardiovasc. Med.* 2022; 9: 849032. DOI: 10.3389/fcvm.2022.849032
 14. Patterson T., Clayton T., Dodd M., Khawaja Z., Morice M.C., Wilson K. et al. ACTIVATION (Percutaneous Coronary Intervention prior to transcatheter aortic Valve implantation): a randomized clinical trial. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2021; 14 (18): 1965–1974. DOI: 10.1016/j.jcin.2021.06.041
 15. Barbanti M., Costa G., Picci A., Criscione E., Reddavid C., Valvo R. et al. Coronary cannulation after transcatheter aortic valve replacement: the RE-ACCESS Study. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2020; 13 (21): 2542–2555. DOI: 10.1016/j.jcin.2020.07.006
 16. Durko A.P., Osnabrugge R.L., Van Mieghem N.M., Milojevic M., Mylotte D., Nkomo V.T. et al. Annual number of candidates for transcatheter aortic valve implantation per country: current estimates and future projections. *Eur. Heart J.* 2018; 39 (28): 2635–2642. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy107
 17. Алекаян Б.Г., Карапетян Н.Г., Мелешенко Н.Н., Токмаков Е.В., Гёлецыан Л.Г., Иродова Н.Л. и др. Госпитальные результаты одномоментной и этапной транскатетерной имплантации аортального клапана и чрескожного коронарного вмешательства. *Эндоваскулярная хирургия.* 2023; 10 (2): 140–151. DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-2-140-151
 18. Alekian B.G., Karapetyan N.G., Meleshenko N.N., Tokmakov E.V., Geletyan L.G., Irodova N.L. et al. In-hospital outcomes of simultaneous and staged transcatheter aortic valve implantation and percutaneous coronary intervention. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2023; 10 (2): 140–151 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-2-140-151
 18. Génèreux P., Piazza N., Alu M.C., Nazif T., Hahn R.T., Pibarot P. et al. Valve Academic Research Consortium 3: updated endpoint definitions for aortic valve clinical research. *Eur. Heart J.* 2021; 42 (19): 1825–1857. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa799
 19. Lee K.H., Yagishita A., Ohno Y., Sakai T., Sakai K., Miyamoto J. et al. Late-onset atrioventricular block after transcatheter aortic valve replacement. *Heart Rhythm O₂.* 2021; 2 (6 Part A): 607–613. DOI: 10.1016/j.hroo.2021.11.001
 20. Rao K., Chan B., Baer A., Hansen P., Bhindi R. A systematic review of delayed high-grade atrioventricular block after transcatheter aortic valve implantation. *CJC Open.* 2023; 6 (2 Part A): 86–95. DOI: 10.1016/j.cjco.2023.10.003
 21. Chopra N., Tong M.S., Yakubov S.J. Very late occurrence of complete heart block without preexisting atrioventricular conduction abnormalities: a rare complication after transaortic valvular replacement. *Heart Rhythm Case Rep.* 2017; 4 (2): 77–81. DOI: 10.1016/j.hrcr.2017.11.010
 22. Dewey T.M., Brown D.L., Herbert M.A., Culica D., Smith C.R., Leon M.B. et al. Effect of concomitant coronary artery disease on procedural and late outcomes of transcatheter aortic valve implantation. *Ann. Thorac. Surg.* 2010; 89 (3): 758–767; discussion 767. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2009.12.033
 23. Yang Y., Huang F.Y., Huang B.T., Xiong T.Y., Pu X.B., Chen S.J. et al. The safety of concomitant transcatheter aortic valve replacement and percutaneous coronary intervention: a systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2017; 96 (48): e8919. DOI: 10.1097/MD.00000000000008919
 24. Ochiai T., Yoon S.H., Flint N., Sharma R., Chakravarty T., Kaewkes D. et al. Timing and outcomes of percutaneous coronary intervention in patients who underwent transcatheter aortic valve implantation. *Am. J. Cardiol.* 2020; 125 (9): 1361–1368. DOI: 10.1016/j.amjcard.2020.01.043
 25. Barbanti M., Todaro D., Costa G., Pilato G., Picci A., Gulino S. et al. Optimized screening of coronary artery disease with invasive coronary angiography and ad hoc percutaneous coronary intervention during transcatheter aortic valve replacement. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2017; 10 (8): e005234.
 26. Altibi A.M., Ghanem F., Hammad F., Patel J., Song H.K., Golwala H. et al. Clinical outcomes of revascularization

- with percutaneous coronary intervention prior to transcatheter aortic valve replacement: a comprehensive meta-analysis. *Curr. Probl. Cardiol.* 2022; 47 (11): 101339. DOI: 10.1016/j.cpcardiol.2022.101339
27. Rosseel L., Mylotte D., Cosyns B., Vanhaverbeke M., Zweiker D., Teles R.C. et al. Contemporary European practice in transcatheter aortic valve implantation: results from the 2022 European TAVI Pathway Registry. *Front. Cardiovasc. Med.* 2023; 10: 1227217. DOI: 10.3389/fcvm.2023.1227217
 28. Arnold S.V., Petrossian G., Reardon M.J., Kleiman N.S., Yakubov S.J., Wang K. et al. Five-year clinical and quality of life outcomes from the CoreValve US Pivotal Extreme Risk Trial. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2021; 14: e010258. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.120.010258
 29. Gleason T.G., Reardon M.J., Popma J.J., Deeb G.M., Yakubov S.J., Lee J.S. et al. 5-year outcomes of self-expanding transcatheter versus surgical aortic valve replacement in high-risk patients. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2018; 72: 2687–2696. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.08.2146
 30. Makkar R.R., Thourani V.H., Mack M.J., Kodali S.K., Kapadia S., Webb J.G. et al. Five-year outcomes of transcatheter or surgical aortic-valve replacement. *N. Engl. J. Med.* 2020; 382: 799–809. DOI: 10.1056/NEJMoa1910555
 31. Van Mieghem N.M., Deeb G.M., Søndergaard L., Grube E., Windecker S., Gada H. et al. Self-expanding transcatheter vs surgical aortic valve replacement in intermediate-risk patients: 5-year outcomes of the SURTAVI randomized clinical trial. *JAMA Cardiol.* 2022; 7: 1000–1008. DOI: 10.1001/jamacardio.2022.2695
 32. Boukantar M., Gallet R., Mouillet G., Belarbi A., Rubimbura V., Ternacle J. et al. Coronary procedures after TAVI with the self-expanding aortic bioprosthesis Medtronic CoreValve™, not an easy matter. *J. Interv. Cardiol.* 2017; 30 (1): 56–62. DOI: 10.1111/joic.12363
 33. Tang G.H.L., Zaid S., Fuchs A., Yamabe T., Yazdchi F., Gupta E. et al. Alignment of Transcatheter Aortic-Valve Neo-Commissures (ALIGN TAVR): impact on final valve orientation and coronary artery overlap. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2020; 13 (9): 1030–1042. DOI: 10.1016/j.jcin.2020.02.005
 34. Rheude T., Costa G., Ribichini F.L., Pilgrim T., Amat Santos I.J., De Backer O. et al. Comparison of different percutaneous revascularisation timing strategies in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation. *EuroIntervention.* 2023; 19 (7): 589–599. DOI: 10.4244/EIJ-D-23-00186

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.127-005.8-089.819.5

Трехлетние результаты чрескожного коронарного вмешательства под контролем внутрисосудистого ультразвукового исследования у пациентов с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST: опыт одного центра

В.А. Соловьев¹✉, В.Н. Ардеев², О.Е. Зауралов¹, Д.В. Газизов¹, А.Р. Мингалиева¹, Ю.Ю. Гарин¹, В.В. Миронов³, О.Е. Латкин¹, И.М. Ибрагимов¹, М.А. Белков¹, И.Р. Кирпичников¹

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

² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова», Санкт-Петербург, Российская Федерация

³ ГБУЗ Ленинградской области «Гатчинская клиническая межрайонная больница», 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, 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

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

Мингалиева Айгуль Рустамовна, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0009-0001-9187-6571

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

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

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

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

Резюме

Цель исследования – оценить влияние внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ) на отдаленную смертность у пациентов с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST (ИМпST) при выполнении первичного чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) в сравнении со стандартным ангиографическим контролем.

Материал и методы. Проведено ретроспективное исследование 904 пациентов с ИМпST (июнь 2022 г. – апрель 2025 г.). Пациенты разделены на две группы: ЧКВ под контролем ВСУЗИ (n=470) и под ангиографическим контролем (n=434). Критерии включения: подтвержденный ИМпST по ЭКГ и ангиографии, первичная реваскуляризация. Основная конечная точка – отдаленная смертность от всех причин (медиана наблюдения 584 дня). Статистический анализ включал: критерий χ^2 , тест Манна–Уитни, анализ выживаемости Каплана–Мейера с log-rank тестом и регрессию Кокса (p<0,05). Проведен расчет абсолютного снижения риска (АСР) и числа пациентов, которых необходимо лечить (ЧНЛ) для предотвращения одного летального исхода.

Результаты. Группы были сопоставимы по базовым характеристикам, при этом в группе ВСУЗИ чаще отмечались диффузные поражения (70% против 45,62%, p<0,001) и стентирование прогностически более значимых сегментов (ствол левой коронарной артерии / передней межжелудочковой ветви). Интраоперационно в группе ВСУЗИ чаще применялись преддилатация (60,85% против 51,84%, p=0,005), постдилатация (73,19% против 33,18%, p<0,001), использовались более длинные стенты (36 мм против 28 мм, p<0,001) и более высокое давление постдилатации/имплантации стентов (24 атм против 18 атм, p<0,001).

Кумулятивная смертность через 3 года в группе ВСУЗИ была значимо ниже (21% против 34%, $p < 0,001$). АСР составило 13% (95% ДИ 9,5–16,5%), ЧНЛ – 8.

Заключение. Применение ВСУЗИ во время первичного ЧКВ у пациентов с ИМнСТ ассоциировано со значительным снижением отдаленной смертности. Данная тенденция, вероятно, обусловлена лучшей оптимизацией и раскрытием стентов в группе ВСУЗИ. Результаты обосновывают рутинное использование ВСУЗИ-контроля как стратегии, улучшающей долгосрочные исходы у пациентов с ИМнСТ.

Ключевые слова: острый инфаркт миокарда, инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST, отдаленная смертность, внутрисосудистое ультразвуковое исследование, чрескожное коронарное вмешательство

Для цитирования: Соловьев В.А., Ардеев В.Н., Зауралов О.Е., Газизов Д.В., Мингалиева А.Р., Гарин Ю.Ю., Миرون В.В., Латкин О.Е., Ибрагимов И.М., Белков М.А., Кирпичников И.Р. Трехлетние результаты чрескожного коронарного вмешательства под контролем внутрисосудистого ультразвукового исследования у пациентов с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST: опыт одного центра. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (4): 460–467. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4-460-467

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 17.10.2025
Принята к печати 28.11.2025

Three-year results of intravascular ultrasound-guided percutaneous coronary intervention in patients with ST-segment elevation myocardial infarction: a single-center experience

V.A. Solov'ev¹ ✉, V.N. Ardeev², O.E. Zauralov¹, D.V. Gazizov¹, A.R. Mingaliev¹, Yu.Yu. Garin¹, V.V. Mironov³, O.E. Latkin¹, I.M. Ibragimov¹, M.A. Belkov¹, I.R. Kirpichnikov¹

¹Vsevolozhsk Clinical Interdistrict Hospital, St. Petersburg, Russian Federation

²North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russian Federation

³Gatchina Clinical Interdistrict Hospital, St. Petersburg, Russian Federation

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

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

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

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

Aygul R. Mingaliev, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0001-9187-6571

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

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

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

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

Abstract

Objective. To evaluate the impact of intravascular ultrasound (IVUS) guidance on long-term mortality in patients with ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) undergoing primary percutaneous coronary intervention (PCI) compared to standard angiographic guidance.

Material and methods. A retrospective study included 904 STEMI patients (June 2022 – April 2025). Patients were divided into two groups: IVUS-guided PCI (n=470) and angiography-guided PCI (n=434). Inclusion criteria: confirmed STEMI by electrocardiography and angiography, primary revascularization. The primary endpoint was all-cause mortality (median follow-up 584 days). Statistical analysis included the χ^2 test, Mann–Whitney U test, Kaplan–Meier survival analysis with the log-rank test, and Cox regression ($p < 0.05$). Absolute risk reduction (ARR) and the number needed to treat (NNT) to prevent one fatal outcome were calculated.

Results. The groups were comparable in baseline characteristics. However, the IVUS group had a higher prevalence of diffuse lesions (70% vs 45.62%, $p < 0.001$) and stenting of prognostically more significant segments (left main coronary artery/LAD). Intraoperatively, the IVUS group more frequently underwent predilation (60.85% vs 51.84%, $p = 0.005$), postdilation (73.19% vs 33.18%, $p < 0.001$), utilized longer stents (36 mm vs 28 mm, $p < 0.001$), and applied higher postdilation/stent implantation pressure (24 atm vs 18 atm, $p < 0.001$). Cumulative 3-year mortality was significantly lower in the IVUS group (21% vs 34%, $p < 0.001$). ARR was 13% (95% CI 9.5–16.5%), and NNT was 8.

Conclusion. IVUS-guided PCI in STEMI patients is associated with significantly reduced long-term mortality. This trend is likely attributed to better stent optimization and expansion in the IVUS group. The results justify the routine use of IVUS guidance as a strategy to improve long-term outcomes in STEMI patients.

Keywords: acute myocardial infarction, ST-segment elevation myocardial infarction, long-term mortality, intravascular ultrasound, percutaneous coronary intervention

For citation: Solovov V.A., Ardeev V.N., Zauralov O.E., Gazizov D.V., Mingalieva A.R., Garin Yu.Yu., Mironov V.V., Latkin O.E., Ibragimov I.M., Belkov M.A., Kirpichnikov I.R. Three-year results of intravascular ultrasound-guided percutaneous coronary intervention in patients with ST-segment elevation myocardial infarction: a single-center experience. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (4): 460–467 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4-460-467

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

Received October 17, 2025
Accepted November 28, 2025

Введение

Инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST (ИМпST) остается одной из ведущих причин смертности и инвалидизации во всем мире [1, 2]. Экстренное чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) признано золотым стандартом реперфузионной стратегии, объективно снижающей госпитальную летальность и улучшающей отдаленные клинические исходы [3]. Однако, несмотря на технические успехи первичного ЧКВ, отдаленные результаты у значительной части пациентов зачастую осложняются развитием повторных ишемических событий, включая рестенозы и тромбозы стентов [4, 5].

Успех вмешательства при ИМпST измеряется не только немедленным восстановлением кровотока по коронарной артерии, но и тем, насколько долгой и полноценной будет жизнь пациента после перенесенного инфаркта. Достижение этой цели требует оптимизации каждого из этапов эндоваскулярного вмешательства. Традиционная ангиография, являясь основой визуализации во время ЧКВ, обладает существенными ограничениями в оценке истинных размеров артерии, морфологии субстрата целевого поражения, а также в контроле качества имплантации стента [6, 7]. Именно эти факторы напрямую ассоциированы с риском неблагоприятных сердечно-сосудистых событий в отдаленном периоде [6]. Внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ) предоставляет возможность решить эти задачи, предлагая объективную и точную информацию о морфологии атеросклеротической бляшки, истинных размерах артерии, а также критериях оптимальной имплантации стента [6–8].

Использование ВСУЗИ во время первичного ЧКВ у пациентов с ИМпST служит важнейшим инструментом для улучшения отдаленных результатов вмешательства [6, 9]. С каждым

годом появляется всё больше данных крупных зарубежных исследований, убедительно доказывающих, что использование ВСУЗИ у этой группы пациентов позволяет добиться более оптимальных результатов имплантации и оптимизации стентов, что в свою очередь приводит к значимому снижению частоты больших неблагоприятных сердечно-сосудистых событий в отдаленном периоде [10–12].

Настоящее исследование посвящено оценке роли и доказанной целесообразности применения ВСУЗИ при выполнении первичного ЧКВ у пациентов с ИМпST, с акцентом на анализ долгосрочных результатов лечения крупной когорты пациентов.

Материал и методы

В проведенном ретроспективном исследовании проанализированы данные 904 пациентов с ИМпST, госпитализированных в период с июня 2022 г. по апрель 2025 г. во Всеволожскую клиническую межрайонную больницу. Пациенты были разделены на две группы в зависимости от метода интраоперационного контроля во время ЧКВ: группа ВСУЗИ (n=470) и группа стандартного ангиографического контроля (n=434). Критериями включения служили: подтвержденный диагноз ИМпST по ЭКГ-критериям (подъем сегмента ST ≥ 1 мм в двух смежных отведениях) с последующей ангиографической верификацией инфарктсвязанной артерии и выполненная первичная реваскуляризация. Критерии исключения: некоронарогенные причины ИМ и смерть до попытки реваскуляризации. Основной конечной точкой исследования была отдаленная смертность от всех причин при медиане наблюдения 584 дня (диапазон 108–1338 дней).

Оцениваемые параметры включали: базовые характеристики, лабораторно-инструментальные данные, интраоперационные параметры. Статистический анализ проводился с исполь-

зованием критерия χ^2 для категориальных переменных, теста Манна–Уитни для непрерывных данных (представлены как медиана [Q1; Q3]), анализа выживаемости по Каплану–Мейеру с log-rank тестом и регрессии Кокса для многовариантной корректировки. Порог значимости $p < 0,05$ считался статистически значимым. Обработка данных выполнена в GoogleColab и SPSS 29.0.

Результаты

В представленной работе проведено сравнение клинико-функциональных показателей

и лабораторных параметров (табл. 1), а также интраоперационных особенностей между группами (табл. 2).

Стоит отметить, что исследуемые группы были сопоставимы по большинству клинико-функциональных и лабораторных характеристик. При этом по ряду факторов (мужской пол, наличие фибрилляции предсердий, стадия хронической болезни почек, ФВ ЛЖ перед выпиской, уровень исходных гемоглобина и СКФ) наблюдалась некоторая статистическая разница между исследуемыми группами. Указанные различия имели ограниченную клиническую значимость (например, разница

Таблица 1

Характеристика пациентов исследуемых групп по клинико-функциональным и лабораторным параметрам

Параметр	Группа ВСУЗИ (n = 470)	Группа ангиографического контроля (n = 434)	P
Возраст, лет	62 [52; 69]	66 [52; 69]	0,148
Мужской пол	342 (72,76)	286 (65,9)	0,021*
Индекс массы тела, кг/м ²	28,4 [25,6; 31,4]	27,8 [24,9; 31,2]	0,202
Фибрилляция предсердий	48 (10,21)	64 (14,75)	0,006*
Сахарный диабет II типа	124 (26,38)	130 (29,95)	0,230
Постинфарктный кардиосклероз	54 (11,49)	51 (11,75)	0,920
Хроническая болезнь почек			
I стадия	51 (10,85)	28 (6,45)	
II стадия	216 (45,96)	170 (39,17)	
III стадия	185 (39,36)	211 (48,62)	<0,001*
IV стадия	14 (2,98)	20 (4,61)	
V стадия	4 (0,85)	5 (1,15)	
Killip			
I–II	438 (93,19)	392 (90,32)	
III–IV	32 (6,81)	42 (9,68)	0,110
Время до восстановления кровотока, мин	293 [205; 437]	285 [213; 420]	0,674
Онкологический анамнез	23 (4,89)	24 (5,53)	0,700
ОНМК в анамнезе	28 (5,96)	35 (8,06)	0,180
Стентирование в анамнезе	47 (10)	30 (6,91)	0,090
АКШ в анамнезе	6 (1,27)	3 (0,69)	0,340
ФВ ЛЖ перед выпиской, %	46 [40; 50]	48 [42; 51]	0,007*
Тропонин I, нг/мл	1,09 [0,12; 6,16]	0,85 [0,1; 5,1]	0,317
Креатинин, мкмоль/л	105 [91; 119]	106 [90; 129]	0,422
Гемоглобин, г/л	141 [130; 151]	135 [122; 145]	<0,001*
Глюкоза, ммоль/л	7,95 [6,65; 10,53]	7,89 [6,22; 10,9]	0,851
СКФ, мл/мин/1,73 м ²	67 [54; 79]	60 [47; 77]	<0,001*
Общий холестерин, ммоль/л	5,33 [4,46; 6,27]	5,27 [4,45; 6,01]	0,183
ЛПВП, ммоль/л	1,07 [0,9; 1,31]	1,06 [0,85; 1,31]	0,682
ЛПНП, ммоль/л	3,72 [2,8; 4,44]	3,62 [2,93; 4,28]	0,221
ЛПОНП, ммоль/л	0,56 [0,34; 0,82]	0,54 [0,33; 0,81]	0,647

Примечания. ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; АКШ – аортокоронарное шунтирование; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; СКФ – скорость клубочковой фильтрации; ЛПВП – липопротеиды высокой плотности; ЛПНП – липопротеиды низкой плотности; ЛПОНП – липопротеиды очень низкой плотности.

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

* Различия статистически достоверны.

Таблица 2

Характеристика пациентов исследуемых групп по интраоперационным параметрам

Параметр	Группа ВСУЗИ (n = 470)	Группа ангиографического контроля (n=434)	P
Количество пораженных коронарных сосудов			
1	170 (36,17)	154 (35,48)	0,576
2	163 (34,68)	164 (37,79)	
3	137 (29,15)	116 (26,73)	
Диффузное поражение инфарктсвязанной артерии	329 (70,0)	198 (45,62)	<0,001*
Зона стентирования			
ствол ЛКА-ПМЖВ	48 (10,21)	6 (1,38)	<0,001*
ствол ЛКА-ОА	1 (0,21)	3 (0,69)	
ПМЖВ	241 (51,28)	111 (25,58)	
ОА	40 (8,51)	83 (19,12)	
ПКА	140 (29,79)	231 (53,23)	
Тромботическая окклюзия	242 (51,49)	217 (50,0)	0,670
Рестеноз в стенте	30 (6,38)	5 (1,15)	<0,001*
Ротация	2 (0,43)	1 (0,23)	0,999
Аспирация тромботических масс	53 (11,28)	28 (6,45)	0,008*
Преддилатация	286 (60,85)	225 (51,84)	0,005*
Постдилатация	344 (73,19)	144 (33,18)	<0,001*
Общая длина стентирования, мм	36 [28; 54]	28 [24; 40]	<0,001*
Диаметр стента, мм	3,5 [3,0; 4,0]	3,5 [3,0; 3,5]	<0,001*
Максимальное приложенное давление на стент, атм	24 [20; 28]	18 [14; 22]	<0,001*
No-reflow	47 (10,0)	25 (5,76)	0,010*
Интракоронарное введение ингибиторов IIb/IIIa	32 (6,8)	19 (4,37)	0,110
TIMI после ЧКВ			
0	8 (1,7)	8 (1,84)	0,890
1	5 (1,06)	6 (1,38)	
2	54 (11,49)	45 (10,37)	
3	403 (85,75)	375 (86,41)	

Примечания. ЛКА – левая коронарная артерия; ПМЖВ – передняя межжелудочковая ветвь; ОА – огибающая артерия; ПКА – правая коронарная артерия; TIMI – thrombolysis in myocardial infarction.

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

* Различия статистически достоверны.

в ФВ ЛЖ $\leq 2\%$, в СКФ ≤ 7 мл/мин/1,73 м²) и были учтены в дальнейших моделях. Группы сохраняли сопоставимость по основным демографическим, клиническим и лабораторным характеристикам, что подтверждается отсутствием различий в большинстве анализируемых показателей ($p > 0,05$).

При анализе интраоперационных показателей обращает на себя внимание статистическая разница между многими исследуемыми характеристиками. При этом наиболее выраженные различия касались интраоперационных параметров: в группе ВСУЗИ использовалась стратегия, направленная на оптимизацию результатов стентирования (большая длина стентов, активная пре- и постдилатация, высокое давление оптимизации стентов; $p < 0,001$). Данный подход, реализуемый благодаря воз-

можностям ВСУЗИ, потенциально способен улучшать долгосрочные исходы за счет снижения риска недораскрытия стентов и их неоптимальной имплантации. В то же время отсутствует статистическая значимость между показателями кровотока TIMI после ЧКВ в исследуемых группах. Несмотря на более агрессивный подход к оптимизации стентов в группе ВСУЗИ, кровоток TIMI не отличался между группами ($p = 0,890$), что свидетельствует о безопасности данного подхода.

Кроме того, стоит отметить, что в группе ВСУЗИ отмечается значимо большее количество диффузных поражений инфарктсвязанной артерии, что в свою очередь обусловлено ангиографической недооценкой истинной длины поражения в группе пациентов, у которых ВСУЗИ не использовалось. В группе ВСУЗИ-

контроля ЧКВ также преобладали более прогностически значимые сегменты инфаркт-связанной артерии (ствол ЛКА, ПМЖВ), что обусловлено внутренними протоколами в условиях ограниченной возможности применения ВСУЗИ. Эти различия в совокупности определили частоту развития феномена no-reflow в более крупных сегментах исследуемых артерий.

Для оценки отдаленных результатов ЧКВ под контролем ВСУЗИ и ангиографии в группе пациентов с ИМпСТ были построены кривые Каплана–Мейера (см. рисунок).

Анализ выживаемости по Каплану–Мейеру показал, что использование ВСУЗИ ассоциировалось со значимо более низкой смертностью на протяжении всего периода наблюдения (log-rank тест: $p < 0,001$). Уже в ранние сроки после вмешательства (первые 30–60 дней) в группе ангиографического контроля наблюдался резкий рост смертности, тогда как в группе ВСУЗИ он был менее выражен. Различия начали проявляться в первые 6 мес и прогрессивно нарастали. К концу трехлетнего периода наблюдения кумулятивный риск смерти в группе ангиографии приблизился к 34%, тогда как в группе ВСУЗИ он составил около 21%. Полученные данные свидетельствуют о том, что использование ВСУЗИ у пациентов с ИМпСТ позволяет добиться лучшей выживаемости в отдаленные сроки. Внедрение ВСУЗИ-контроля у пациентов с ИМпСТ следует рассматривать как стратегию, улучшающую не только технические параметры вмешательства, но и долгосрочный прогноз пациентов.

Абсолютное снижение риска (АСР), рассчитываемое как разница между частотой неблагоприятных исходов (отдаленной леталь-

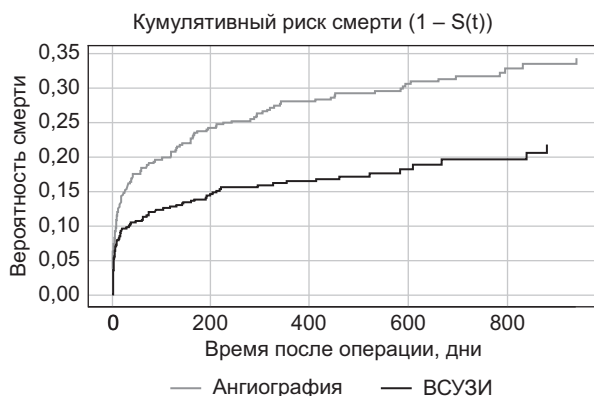
ности) в группе ангиографического контроля ЧКВ и группе ВСУЗИ-контроля ЧКВ, составило 13% (95% ДИ 9,5–16,5%; $p < 0,001$). Число пациентов, которых необходимо лечить (ЧНЛ) для предотвращения одного летального исхода, рассчитываемое как величина, обратная АСР ($\text{ЧНЛ} = 1/\text{АСР}$), где АСР выражено в виде доли ($13\% = 0,13$), равнялось 8. Этот показатель свидетельствует о выраженной клинической эффективности метода: дополнение реваскуляризации ВСУЗИ-контролем каждым 8 пациентам из группы ангиографии предотвращает одну дополнительную смерть в течение трехлетнего периода наблюдения.

Обсуждение

Настоящее исследование демонстрирует убедительные доказательства превосходства стратегии ВСУЗИ-контроля над стандартным ангиографическим контролем при проведении первичного ЧКВ у пациентов с ИМпСТ в отношении отдаленной смертности. Полученные результаты имеют существенное клиническое значение, учитывая сохраняющуюся высокую долю неблагоприятных отдаленных исходов после успешной реперфузии у пациентов с ИМпСТ.

Ключевым выводом нашего исследования является значительное снижение кумулятивной смертности от всех причин в группе ВСУЗИ (21% против 34% в группе ангиографии) при медиане наблюдения 584 дня. Это преимущество начало проявляться уже в первые 6 мес после вмешательства и прогрессивно нарастало в течение трехлетнего периода наблюдения. Расчет показателей эффективности подтвердил клиническую значимость этих различий: АСР составило 13%, а показатель ЧНЛ для предотвращения одного летального исхода равнялся 8, что свидетельствует о выраженном положительном влиянии ВСУЗИ-контроля на выживаемость в этой категории пациентов. Полученные данные хорошо согласуются с результатами крупных международных исследований, в которых также демонстрировалось снижение частоты основных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (МАСЕ) при использовании ВСУЗИ, особенно у пациентов с острыми коронарными синдромами [13–16].

Механизмы, лежащие в основе улучшения отдаленных исходов, по-видимому, связаны



Кривые Каплана–Мейера для групп ангиографического контроля и ВСУЗИ-контроля результатов ЧКВ

с лучшей оптимизацией и раскрытием стентов в группе ВСУЗИ [13, 14, 16, 17]. Как показал анализ интраоперационных параметров, в группе ВСУЗИ значимо чаще применялась предилатация (60,85% против 51,84%, $p=0,005$), постдилатация (73,19% против 33,18%, $p<0,001$), а также более высокое давление (24 атм против 18 атм, $p<0,001$). Также в группе ВСУЗИ имплантировались более длинные стенты (36 мм против 28 мм, $p<0,001$), что отражает более точное выявление истинной протяженности целевого поражения, особенно при диффузном характере атеросклероза (70% против 45,62%, $p<0,001$). Кроме того, значимо чаще стентировались прогностически значимые сегменты (ствол ЛКА, ПМЖВ), что само по себе ассоциировано с более высоким риском, однако ВСУЗИ-контроль позволил нивелировать этот риск.

Вышеописанные подходы влияют на снижение риска таких осложнений, как рестеноз и тромбоз стента, которые являются ключевыми причинами повторных событий и смерти после первичного ЧКВ. Важно подчеркнуть, что более агрессивная стратегия в группе ВСУЗИ не привела к увеличению риска интраоперационных осложнений, таких как no-reflow (частота которого была ожидаемо выше в группе ВСУЗИ из-за большего количества диффузных поражений и стентирования проксимальных сегментов – 10 vs 5,76% в группе ангиографического контроля, $p=0,010$), и не ухудшила показатели итогового кровотока TIMI (TIMI 3 – 85,75 vs 86,41% соответственно, $p=0,890$), что подтверждает безопасность подхода [18].

При этом стоит отметить и ограничения данного исследования. Ретроспективный дизайн накладывает присущие ему ограничения, включая потенциальную несбалансированность групп по неучтенным факторам, несмотря на статистическую коррекцию. Исследование проведено в одном центре, что может ограничивать экстраполяцию результатов на другие группы. Решение о применении ВСУЗИ не было рандомизированным и зависело от предпочтений оператора и клинических особенностей (например, чаще использовалось при сложных поражениях ствола/ПМЖВ).

Несмотря на эти ограничения, значительное снижение смертности, большой размер выборки и длительный период наблюдения делают выводы исследования весомыми. Выше-

описанные результаты свидетельствуют о высокой клинической эффективности и целесообразности рутинного применения ВСУЗИ при первичном ЧКВ у пациентов с ИМпСТ.

Заключение

Проведенное исследование демонстрирует, что использование ВСУЗИ во время ЧКВ у пациентов с ИМпСТ ассоциировано со значительным снижением отдаленной смертности от всех причин по сравнению со стандартным ангиографическим подходом (21% против 34% за 3 года наблюдения). Ключевым фактором улучшения выживаемости является возможность ВСУЗИ обеспечить оптимальную имплантацию стента за счет точной оценки протяженности и характера поражения, подбора адекватного размера инструментов для оптимизации стента. Показатель ЧНЛ, равный 8, свидетельствует о выраженной клинической эффективности метода. Полученные результаты обосновывают необходимость рутинного применения ВСУЗИ-контроля при первичном ЧКВ у пациентов с ИМпСТ как стратегии, достоверно улучшающей долгосрочные исходы.

Литература/References

1. Herrera C.J., Levenson B.J., Natcheva A., Lucca A.C., Olsson K., Miki K. et al. Improving STEMI management internationally: initial report of the American College of Cardiology – Global Heart Attack Treatment Initiative. *JACC Adv.* 2024; 4 (1): 101438. DOI: 10.1016/j.jacadv.2024.101438
2. Omer M.A., Exaire J.E., Jentzer J.C., Sandoval Y.B., Singh M., Cagin C.R. et al. Management of ST-elevation myocardial infarction in high-risk settings. *Int. J. Angiol.* 2021; 30 (1): 53–66. DOI: 10.1055/s-0041-1723941
3. Jan M.T., Khan M.A., Noman M., Ullah H., Alam K., Rizaz M. In-hospital outcomes among patients presented with ST-elevation myocardial infarction treated with primary percutaneous coronary intervention. *Biol. Clin. Sci. Res. J.* 2024; 1: 1229. DOI: 10.54112/bcsrj.v2024i1.1229
4. Tibayan Y., Cigarroa J.E. In stent restenosis remains a clinically relevant problem. *Cathet. Cardiovasc. Interv.* 2013; 81 (2): 266–267. DOI: 10.1002/CCD.24790
5. Kopytsya M.P., Kutya I.M., Rodionova Yu.V., Hilova Y.V., Tytarenko N.V. Causes and risk factors for stent restenosis in patients after percutaneous coronary interventions. *Kardiohir. Interv. Kardiolog.* 2023; 3–4: 26–35. DOI: 10.31928/2305-3127-2022.3-4.2635
6. Räber L., Mintz G.S., Koskinas K.C., Johnson T.W., Holm N.R., Onuma Y. et al. ESC Scientific Document Group. Clinical use of intracoronary imaging. Part 1: guidance and optimization of coronary interventions. An expert consensus document of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions. *Eur. Heart J.*

- 2018; 39 (35): 3281–3300. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy285. Erratum in: *Eur. Heart J.* 2019; 40 (3): 308. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy460
7. Ahmed M., Nadeem Z.A., Ahsan A., Javaid H., Jain H., Shahid F. et al. Intravascular ultrasound-guided versus angiography-guided percutaneous coronary intervention: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression of randomized control trials. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2025; 105 (1): 68–80. DOI: 10.1002/ccd.31352
8. Ohashi H., Mizukami T., Sonck J., Boussiet F., Ko B., Nørgaard B.L. et al. Intravascular imaging findings after PCI in patients with focal and diffuse coronary artery disease. *J. Am. Heart Assoc.* 2024; 13 (5): e032605. DOI: 10.1161/JAHA.123.032605
9. Mintz G.S., Bourantas Ch.V., Chamié D. Intravascular imaging for percutaneous coronary intervention guidance and optimization: the evidence for improved patient outcomes. *J. Soc. Cardiovasc. Angiogr. Interv.* 2022; 1 (6): 100413. DOI: 10.1016/j.jscai.2022.100413
10. Okura H., Saito Y., Soeda T., Nakao K., Ozaki Y., 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 Vessels.* 2019; 34 (4): 564–571. DOI: 10.1007/s00380-018-1285-3
11. Megaly M., Pershad A., Glogoza 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
12. Choi I.J., Lim S., Choo E.H., Hwang B.H., Kim C.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): 2431–2443. DOI: 10.1016/j.jcin.2021.08.021
13. Park D.Y., Vemmo 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
14. Kalsi J., Suffredini J.M., Koh S., Liu J., Khalid M.U., Denktas A. et al. Intravascular ultrasound-guided versus angiography-guided percutaneous coronary intervention for stent thrombosis elevation myocardial infarction: an updated systematic review and meta-analysis. *Cardiology.* 2024; 149 (3): 196–204. DOI: 10.1159/000537682
15. Gao X., Kan J., Wu Zh., Anjum M., Chen X., Chen J. et al. IVUS-guided vs angiography-guided PCI in patients with diabetes with acute coronary syndromes: the IVUS-ACS trial. *JACC. Cardiovasc. Interv.* 2025; 18 (3): 283–293. DOI: 10.1016/j.jcin.2024.09.061
16. Shafi I., Patel D.A., Osman H., Patel N., Ramaseshan K., Goel M. et al. 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
17. Ali Z.A., Machara A., Gèneux P., Shlofmitz R.A., Fabbiocchi F., Nazif T.M. et al. Optical coherence tomography compared with intravascular ultrasound and with angiography to guide coronary stent implantation (ILUMIEN III: OPTIMIZE PCI): a randomised controlled trial. *Lancet.* 2016; 388 (10060): 2618–2628. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)31922-5
18. Titus A., Majmundar V., Taha A., Patel N., Sooraj M., Omkumar J.M. et al. Outcomes of intravascular ultrasound-guided percutaneous coronary intervention in non-ST-elevation myocardial infarction-propensity matched regression analysis. *Am. J. Cardiol.* 2023; 200: 95–102. DOI: 10.1016/j.amjcard.2023.05.022

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.831-005.4

Техника якорения как метод преодоления неблагоприятной анатомии у пациентов при остром ишемическом инсульте

М.В. Струценко[✉], Р.Л. Логвиненко, П.А. Болотов, С.А. Мыцык

ГБУЗ «Городская клиническая больница им. В.В. Вересаева Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Российская Федерация

✉ **Струценко Михаил Валерьевич**, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0002-4608-302X, e-mail: mvstrutsenko@gmail.com

Логвиненко Роман Леонидович, канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-3205-2019

Болотов Павел Анатольевич, д-р мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0001-9896-2483

Мыцык Сергей Александрович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-1807-6228

Резюме

Цель исследования – систематизировать и оценить эффективность различных техник эндоваскулярного якорения для преодоления анатомических препятствий.

Материал и методы. Выполнен анализ 925 случаев применения техник якорения у 553 пациентов с острым ишемическим инсультом, ассоциированным со сложной артериальной анатомией. Использовались методы проксимального (баллонное, телескопическое), дистального (стентом-ретривером, баллонным катетером) и комбинированного якорения.

Результаты. Показатель успешной катетеризации целевого сосуда составил 95,7%. Техники продемонстрировали высокую эффективность при преодолении извитости сосудов, атеросклеротического поражения и сложных вариантов дуги аорты. Частота основных осложнений (вазоспазм, диссекция) оставалась на приемлемом уровне.

Заключение. Техники якорения являются высокоэффективным и безопасным инструментом, расширяющим возможности персонализированного подхода к выполнению механической тромбэктомии.

Ключевые слова: механическая тромбэктомия, техники якорения, сложная артериальная анатомия, острый ишемический инсульт, эндоваскулярный доступ

Для цитирования: Струценко М.В., Логвиненко Р.Л., Болотов П.А., Мыцык С.А. Техника якорения как метод преодоления неблагоприятной анатомии у пациентов при остром ишемическом инсульте. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (4): 468–479. DOI: 10.24183/ 2409-4080-2025-12-4-468-479

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 03.09.2025
Принята к печати 12.11.2025

Anchoring technic as a method of overcoming the unfavorable anatomy in patients with acute ischemic stroke

М.В. Strutsenko[✉], R.L. Logvinenko, P.A. Bolotov, S.A. Mytsyk

City Clinical Hospital named after V.V. Veresaev, Moscow, Russian Federation

✉ **Mikhail V. Strutsenko**, Cand. Med. Sci., Head of Interventional Radiology Department; orcid.org/0000-0002-4608-302X, e-mail: mvstrutsenko@gmail.com

Roman L. Logvinenko, Cand. Med. Sci., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-3205-2019

Pavel A. Bolotov, Dr. Med. Sci., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-9896-2483

Sergey A. Mytsyk, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-1807-6228

Abstract

Objective. To systematize and evaluate the efficacy of various endovascular anchoring techniques for overcoming anatomical obstacles.

Material and methods. An analysis of 925 cases utilizing anchoring techniques in 553 patients with acute ischemic stroke associated with complex arterial anatomy was performed. Methods of proximal (balloon, telescopic), distal (stent-retriever, balloon catheter), and combined anchoring were used.

Results. The rate of successful target vessel catheterization was 95.7%. The techniques demonstrated high efficacy in overcoming vessel tortuosity, atherosclerotic lesions, and complex aortic arch variants. The frequency of main complications (vasospasm, dissection) remained at an acceptable level.

Conclusion. Anchoring techniques are a highly effective and safe tool that expands the possibilities for a personalized approach to performing mechanical thrombectomy.

Keywords: mechanical thrombectomy, anchoring techniques, complex arterial anatomy, acute ischemic stroke, endovascular access

For citation: Strutsenko M.V., Logvinenko R.L., Bolotov P.A., Mytsyk S.A. Anchoring technic as a method of overcoming the unfavorable anatomy in patients with acute ischemic stroke. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (4): 468–479 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4-468-479

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

Received September 3, 2025

Accepted November 12, 2025

Введение

Острый ишемический инсульт, вызванный окклюзией крупных сосудов, представляет собой неотложное состояние, требующее быстрого и эффективного восстановления кровотока [1, 2]. Однако успешность механической тромбэктомии во многом зависит от анатомических особенностей сосудистой системы пациента [3–6]. Наличие неблагоприятной анатомии создает значительные технические трудности, увеличивает продолжительность вмешательства и может негативно влиять на клинические исходы [1, 3–9].

Одной из наиболее распространенных проблем является выраженная извитость сосудов, особенно в области экстракраниальных отделов сонных и позвоночных артерий. У пациентов пожилого возраста, а также у лиц с длительно существующей артериальной гипертензией нередко наблюдается S-образная деформация или петлеобразование внутренней сонной артерии (ВСА). Подобные изменения создают серьезные препятствия для продвижения эндоваскулярных инструментов, включая аспирационные катетеры большого диаметра и баллонные направляющие катетеры. При попытке форсированного проведения оборудования через такие участки возникает риск травматизации сосудистой стенки с последующим развитием диссекции или спазма [3].

Особую сложность представляют случаи с атеросклеротическим поражением сосудов. Наличие кальцинированных бляшек, особенно в области бифуркации общей сонной артерии (ОСА) или устья внутренней сонной арте-

рии, существенно ограничивает возможность безопасного проведения эндоваскулярных инструментов. Жесткие атеросклеротические стенозы могут требовать предварительной ангиопластики, что увеличивает продолжительность процедуры и риск дистальной эмболизации. Кроме того, изъязвленные бляшки представляют особую опасность, так как прямое механическое воздействие на них может привести к фрагментации атероматозных масс с развитием эмболии дистальных ветвей [6].

Анатомические особенности дуги аорты также создают существенные технические сложности при выполнении механической тромбэктомии. У пациентов с так называемой «бычьей» (или III типа) дугой аорты катетеризация брахиоцефальных артерий становится крайне затруднительной. Высокое расположение устья общей сонной артерии или его резкий угол отхождения требует применения специальных катетеров и проводников, а в некоторых случаях делают стандартный трансфеморальный доступ практически невозможным, вынуждая использовать альтернативные доступы, например трансрадиальный, или переходить на прямой каротидный доступ [3].

В интракраниальных отделах сосудов также существуют анатомические особенности, которые могут осложнять проведение тромбэктомии. Устье глазничной артерии часто служит своеобразным функциональным барьером при попытке провести аспирационный катетер в дистальные отделы ВСА. Это связано как с изменением направления сосуда, так и с уменьшением его диаметра [6, 10, 11]. В таких случаях стандартные методы продвижения

катетера могут оказаться неэффективными, что требует применения специальных техник, таких как проксимальная фиксация баллонным направляющим катетером или использование стента-ретривера в качестве дистального якоря [7].

Сложные анатомические условия часто встречаются у пациентов с интракраниальным атеросклеротическим поражением, которое особенно распространено среди азиатской популяции. В таких случаях помимо механического препятствия в виде тромба имеется еще и выраженное сужение просвета сосуда за счет атеросклеротической бляшки. Это требует особого подхода к проведению тромбэктомии, так как агрессивные попытки удаления тромба могут привести к травматизации атеросклеротической бляшки с развитием диссекции или острого тромбоза [5, 6].

Вазоспазм представляет собой еще одно осложнение, которое может развиваться вследствие механического воздействия на сосуды при сложной анатомии. Особенно часто это происходит при манипуляциях в области кавернозного сегмента внутренней сонной артерии, где сосуд фиксирован в костном канале и более подвержен травматизации. Хотя в большинстве случаев вазоспазм носит транзиторный характер и разрешается самостоятельно, в некоторых ситуациях он может значительно ухудшить перфузию головного мозга и потребовать медикаментозной коррекции [4].

Развитие эндоваскулярных технологий в последние годы позволило частично преодолеть многие анатомические сложности. Появление более гибких и управляемых аспирационных катетеров, усовершенствованных баллонных направляющих катетеров с улучшенной доставляемостью, а также разработка специальных техник, таких как метод якорной фиксации, значительно расширили возможности вмешательств у пациентов с неблагоприятной анатомией [3, 6, 10–13]. Тем не менее тщательная предоперационная оценка анатомических особенностей с использованием современных методов визуализации остается крайне важной для планирования оптимальной стратегии вмешательства и достижения наилучших клинических результатов [14, 15].

Неблагоприятная артериальная анатомия у пациентов с острым ишемическим инсультом представляет собой серьезную проблему, требующую от эндоваскулярного хирурга не

только отличного владения техникой процедуры, но и гибкости в выборе подхода. Понимание потенциальных анатомических сложностей и владение различными методами их преодоления являются залогом успешного выполнения механической тромбэктомии и достижения хороших клинических исходов у данной категории пациентов [10].

Цель нашей работы – на основании современных литературных данных и собственного клинического опыта систематизировать стратегии выбора и область применения техник якорения у пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения при неблагоприятной артериальной анатомии, описать и оценить их эффективность.

Материал и методы

Выполнен анализ литературных данных и собственного опыта, включающего 925 случаев применения техник якорения у 553 пациентов с острым ишемическим инсультом, ассоциированным со сложной артериальной анатомией. Описаны примененные методы проксимального (баллонное, телескопическое), дистального (стентом-ретривером, баллонным катетером) и комбинированного якорения.

Результаты

Техники якорения представляют собой совокупность эндоваскулярных приемов, направленных на стабилизацию системы катетеров и обеспечение надежного доступа к месту окклюзии, что имеет огромный потенциал для применения в современной интервенционной нейрорадиологической практике при выполнении механической тромбэктомии у пациентов с острым ишемическим инсультом, где успешность процедуры во многом зависит от возможности преодоления анатомических сложностей сосудистого русла.

Суть данного подхода заключается в создании временных, но надежных точек опоры и фиксации на различных уровнях сосудистого русла, что позволяет улучшить поддержку и преодолеть целый ряд технических сложностей, возникающих при работе с анатомически сложными случаями.

В клинической практике необходимость применения техники якорения возникает достаточно часто: по данным различных иссле-

дований, примерно в 15–30% всех случаев механической тромбэктомии. Особенно актуальным этот метод становится при лечении пациентов пожилого возраста, у которых часто наблюдаются выраженные возрастные и атеросклеротические изменения сосудистой системы. У таких больных нередко встречается сочетание нескольких неблагоприятных анатомических факторов, что делает стандартные подходы к проведению тромбэктомии малоэффективными или даже невозможными.

Основное функциональное значение техники якорения проявляется в нескольких ключевых аспектах. Во-первых, она позволяет успешно преодолевать выраженную извитость сосудов на всем их протяжении – от уровня дуги аорты до дистальных интракраниальных сегментов. Во-вторых, создание точек фиксации обеспечивает стабильное положение эндоваскулярных катетеров во время выполнения манипуляций, что особенно важно при работе с тромбами сложной морфологии или при наличии сопутствующего атеросклеротического поражения сосудов. В-третьих, правильно выполненное якорение минимизирует риск соскальзывания всей системы и потери надежного доступа к окклюзированному сосуду. И наконец, эта техника существенно облегчает продвижение крупнокалиберных устройств через анатомически сложные участки сосудистого русла [8].

С клинической точки зрения можно выделить несколько основных ситуаций, когда применение техники якорения становится особенно важным.

Первая и, пожалуй, наиболее распространенная – это сложные варианты строения аортальной дуги, особенно типы II и III. У таких пациентов стандартный доступ к церебральным сосудам значительно затруднен из-за особенностей топографической анатомии.

Вторая важная ситуация – наличие выраженной извитости брахиоцефальных артерий, проявляющейся в виде кинкинга или койлинга. Эти анатомические особенности создают серьезные препятствия для продвижения эндоваскулярных инструментов и требуют применения специальных приемов стабилизации системы.

Третье важное показание – острые углы отхождения сонных артерий, особенно левой ОСА. В таких случаях даже опытные интервенционисты могут столкнуться с существен-

ными техническими трудностями при попытке катетеризации целевой артерии.

Четвертая клинически значимая ситуация – трудности при катетеризации извитых интракраниальных сегментов, таких как каротидный сифон или сегмент М1 средней мозговой артерии.

И наконец, техника якорения становится практически незаменимой при необходимости использования баллонных проводниковых катетеров или аспирационных систем большого диаметра, которые сами по себе создают значительную нагрузку на сосудистую стенку и требуют дополнительной стабилизации [3].

С технической точки зрения современная эндоваскулярная хирургия предлагает несколько вариантов выполнения якорения. Приведем подробный анализ основных техник и результатов их применения.

Наиболее распространенным является проксимальное якорение. В зависимости от вида используемого в нейроинтервенционной операции проводникового катетера можно выделить следующие применяемые в качестве якоря инструменты: диагностический катетер или катетер дистального доступа, дистальный баллонный сегмент специализированного проводникового катетера (рис. 1).

Методика якорения диагностическим катетером или катетером дистального доступа (телескопическая техника). На рисунке 1, а кончик более длинного диагностического катетера (125 см) в проводниковом катетере (100 см), сохраняя свою степень свободы при манипуляциях для прямой катетеризации целевой артерии, обеспечивает несравненно большую поддержку, чем любой проводник 0,035” для антеградного проведения по нему проводникового катетера. Наш опыт подобной катетеризации целевой артерии из выбранной когорты пациентов при лечении инсульта составил 282 случая при кальцификации и сложной анатомии ветвей дуги аорты, как правило, ассоциированных со II и III типами дуги аорты и извитостями внутренней сонной артерии в шейном и кавернозном сегментах или позвоночной артерии.

На рисунке 1, б представлен более сложный способ проксимального якорения, при котором оператор использует для суперселективной катетеризации баллонный проводниковый катетер, имеющий ригидные характеристики по сравнению со стандартными небаллонны-

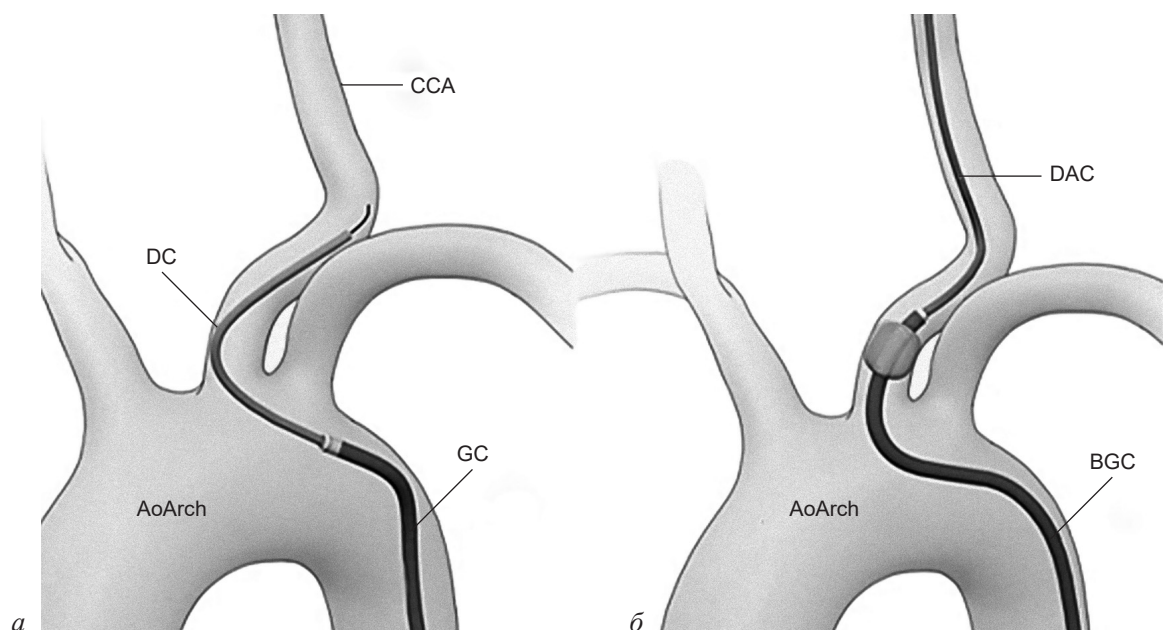


Рис. 1. Варианты проксимального якорения для катетеризации сонной артерии (а, б).

CCA – общая сонная артерия (от англ. common carotid artery); AoArch – дуга грудного отдела аорты (от англ. aortic arch); DC – диагностический катетер (от англ. diagnostic catheter); GC – проводниковый катетер (от англ. guide catheter); BGC – баллонный проводниковый катетер (от англ. balloon guide catheter); DAC – катетер дистального доступа (от англ. distal access catheter)

ми проводниковыми катетерами. В этом случае при сложных анатомических вариантах дуги аорты и брахиоцефальной артерии раздутый баллон создает точку фиксации в проксимальных отделах сосуда, что позволяет преодолевать сопротивление при продвижении в дистальном направлении заведенных в него коаксиально инструментов. Последние в свою очередь призваны обеспечить достаточную поддержку более дистальной катетеризации целевого сосуда проводниковым катетером. Более подробно второй вариант будет рассмотрен ниже.

Важно отметить, что успешное применение техники якорения требует тщательной предоперационной оценки анатомических особенностей пациента. Современные методы визуализации, такие как мультиспиральная компьютерно-томографическая ангиография или магнитно-резонансная ангиография, позволяют заранее выявить потенциальные сложности и спланировать оптимальную стратегию вмешательства. Кроме того, необходимо учитывать индивидуальные особенности гемодинамики пациента и возможные риски, связанные с временной окклюзией сосудов при выполнении якорения.

С точки зрения безопасности правильно выполненная техника проксимального якорения

редко приводит к серьезным осложнениям. Наиболее частыми побочными эффектами являются транзиторный вазоспазм и незначительная травматизация интимы сосуда, которые, как правило, не требуют специального лечения. Однако в редких случаях возможно развитие более серьезных осложнений, таких как диссекция сосуда и дистальная эмболизация, что подчеркивает важность тщательного контроля за процедурой [4].

Техники проксимального якорения стали неотъемлемой частью современной механической тромбэктомии при лечении ишемического инсульта, значительно расширив возможности лечения пациентов со сложной сосудистой анатомией. Постоянное совершенствование эндоваскулярных инструментов и методик их применения позволяет все более эффективно использовать этот подход в клинической практике, улучшая результаты лечения пациентов с острыми ишемическими инсультами.

Проксимальное якорение баллоном (balloon anchoring technique). Этот метод считается золотым стандартом при работе со сложной анатомией проксимальных отделов сосудистого русла (рис. 2). Технически процедура выполняется следующим образом: после первоначальной катетеризации целевой артерии, обычно внутренней сонной или подключич-

ной, и в ряде случаев с предварительным использованием направляющего катетера типа модификации Piton (Medtronic) или SAAD (Cordis), последний по проводнику заменяется на баллонный направляющий катетер (Cello, Medtronic; Merci, Striker или FlowGate, Striker), который вводится в ее проксимальный сегмент (см. рис. 2, а). Далее, если продвижение в антеградном направлении баллонного проводникового катетера затруднено, осуществляется осторожное раздувание его баллона в зоне максимального заведения (как правило, в проксимальном сегменте общей сонной артерии или брахиоцефального ствола) до умеренного давления (обычно введением 0,5–1 мл смеси физиологического раствора с контрастным препаратом в соотношении 1:1), создавая надежную точку фиксации (см. рис. 2, б). На этом этапе крайне важно контролировать положение баллона под флюороскопией, чтобы избежать повреждения сосудистой стенки.

После создания якоря оператор получает возможность:

- безопасно продвигать рабочие катетеры (реперфузионный и микрокатетер) через извитые участки (см. рис. 2, в, г);
- минимизировать риск соскальзывания системы в аортальную дугу;
- применять значительное усилие при необходимости преодоления резких изгибов.

Клинические исследования демонстрируют, что использование проксимального баллонного якорения позволяет сократить время достижения целевой окклюзии в среднем на

15–20 мин по сравнению со стандартными техниками. Однако данный метод имеет и определенные ограничения: риск развития интраоперационного спазма сосудов (до 8% случаев) и потенциальная возможность ятрогенной диссекции при агрессивной манипуляции баллоном [11]. В нашей клинике техника проксимального якорения при катетеризации целевой артерии для тромбэктомии выполнялась у 23 пациентов с неблагоприятной анатомией проксимальной и средней трети брахиоцефальной артерии (как правило, это была левая общая сонная артерия с выраженной ангуляцией или патологической деформацией, ассоциированная со II и III типами дуги аорты либо выраженной кальцификацией сосудистой стенки).

Альтернативным подходом является дистальное якорение с фиксацией в дистальных артериальных сегментах, что служит опорой для последовательного антеградного продвижения аспирационного и проводникового катетера.

Дистальное якорение стентом-ретривером (stentriever anchoring technique). Техника якорения стентом-ретривером представляет собой важнейшее достижение современной эндоваскулярной хирургии, особенно в контексте лечения дистальных окклюзий церебральных сосудов. Эта методика стала настоящим прорывом в ситуациях, когда традиционные подходы к механической тромбэктомии оказываются недостаточно эффективными из-за сложных анатомических особенностей интракраниального сосудистого русла.

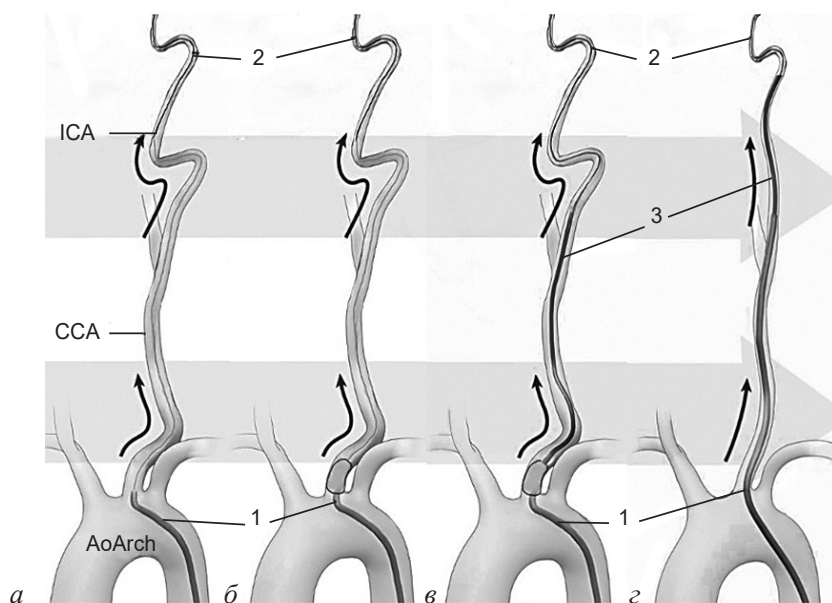


Рис. 2. Катетеризация сонной артерии с проксимальным якорением баллонным проводниковым катетером (а–г).

ICA – внутренняя сонная артерия (от англ. internal carotid artery); 1 – баллонный проводниковый катетер; 2 – проводник 0,035"; 3 – катетер дистального доступа (реперфузионный или аспирационный)

Физиологические основы данной техники базируются на уникальных свойствах современных стентов-ретриверов, таких как Solitaire и Trevo. Эти устройства обладают способностью формировать временный, но надежный каркас внутри сосудистого просвета благодаря их особой конструкции и радиальной силе раскрытия. Когда стент-ретривер раскрывается в зоне окклюзии, он не только захватывает тромботические массы (рис. 3, а), но и создает стабильную точку опоры, которая может быть использована для подтягивания ближе к окклюзии реперфузионного, а по последнему – и проводникового катетера (рис. 3, б). Этот эффект усиливается при частичном подтягивании стента, что приводит к его более плотному контакту со стенками сосуда и увеличению силы трения [4].

Техническая реализация методики требует от оператора строгого соблюдения последовательности действий и высокого уровня мастерства. Процедура начинается с тщательной навигации микрокатетера, который необходимо провести за пределы тромботической

массы. Этот этап имеет критическое значение, так как от точности позиционирования микрокатетера зависит успех всех последующих манипуляций. После установки микрокатетера в оптимальную позицию начинается процесс доставки и раскрытия стента-ретривера. Важно отметить, что раскрытие стента должно проводиться максимально осторожно, чтобы избежать травматизации сосудистой стенки и добиться равномерного распределения устройства в просвете сосуда и максимального его раскрытия по всей длине, принимая в расчет возможное сопротивление окклюдировующего субстрата. Последний маневр призван максимально раскрыть ячейки стента-ретривера и вызвать достаточное пролабирование через них удаляемого материала. Это необходимо для того, чтобы в момент тракции ретривера складывающиеся в продольном направлении ячейки стента лучше фиксировали эластичные тромботические массы (способ повышения эффективности захвата тромба).

После раскрытия стента наступает ключевой этап процедуры – создание оптимального контакта со стенками сосуда. Это достигается путем очень аккуратного подтягивания стента, при котором оператор должен чувствовать сопротивление и вовремя остановиться, чтобы не вызвать избыточную тракцию. Именно на этом этапе стент-ретривер превращается в надежный якорь, который может выдерживать значительные нагрузки при продвижении аспирационного катетера по толкателю системы доставки. Следует подчеркнуть, что сила подтягивания должна быть тщательно дозирована, поскольку слишком слабое натяжение не создаст достаточной фиксации, а слишком сильное может привести к повреждению сосуда или преждевременному извлечению стента.

Клиническая ценность этой методики особенно очевидна при работе с наиболее сложными анатомическими участками, такими как резкие изгибы каротидного сифона или проксимальные отделы средней мозговой артерии. В этих зонах традиционные техники часто оказываются неэффективными из-за выраженной извитости сосудов и сложности передачи усилия через систему катетеров. Якорение стентом-ретривером позволяет преодолеть эти трудности, создавая стабильную точку опоры непосредственно в зоне окклюзии или непосредственно перед ней.

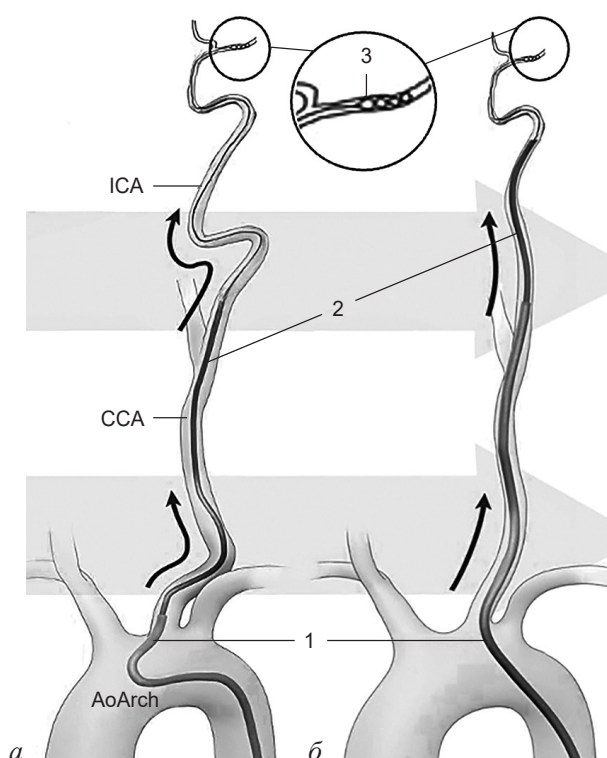


Рис. 3. Катетеризация сонной артерии с дистальным якорением стентом-ретривером (а, б).

1 – баллонный проводниковый катетер; 2 – катетер дистального доступа (реперфузионный или аспирационный); 3 – стент-ретривер

Эффективность методики подтверждена многочисленными клиническими исследованиями. Согласно данным мультицентровых наблюдений, применение техники стент-якорения позволяет достичь успешной реканализации (определяемой как mTICI 2b-3) примерно в 85% сложных анатомических случаев. Эти показатели существенно превышают результаты, которые можно получить при использовании стандартных подходов в аналогичных клинических ситуациях. Особенно впечатляющие результаты методика демонстрирует при лечении окклюзий дистальных отделов средней мозговой артерии и верхних ветвей базиллярной артерии, где другие методы часто оказываются недостаточно эффективными [1].

В настоящее время развитие технологии стентов-ретриверов продолжает расширять возможности этой методики. Новые поколения устройств обладают улучшенными характеристиками радиальной силы и гибкости, что позволяет более эффективно использовать их в качестве якоря даже в самых дистальных и извитых сегментах церебральных сосудов. Кроме того, совершенствование материалов и конструкции стентов способствует снижению риска повреждения сосудистой стенки при выполнении манипуляций.

Перспективы дальнейшего развития техники стент-якорения связаны с интеграцией новых технологий визуализации и роботизированных систем, которые могут повысить точность и безопасность выполнения процедуры. Особый интерес представляет комбинация этой методики с современными методами интраоперационного контроля, такими как высокочастотная ангиография или оптическая когерентная томография, позволяющими в реальном времени оценивать качество контакта стента со стенкой сосуда.

Техника якорения стентом-ретривером прочно вошла в арсенал современного эндоваскулярного хирурга, занимающегося нейроинтервенциями. Ее способность решать самые сложные технические задачи при работе с дистальными окклюзиями и сложной сосудистой анатомией делает эту методику незаменимой в повседневной клинической практике. По мере накопления опыта и совершенствования технологий значение этого подхода будет только возрастать, открывая новые возможности для лечения пациентов с острыми ишемическими инсультами [3].

Дистальное якорение баллонным катетером. Методика дистального якорения баллонным катетером является одним из вариантов дистальной фиксации и стабилизации при доставке проводникового и реперфузионного катетеров к целевому сегменту артерии шеи (рис. 4). В данном случае вместо стента-ретривера операторы, предпочитающие первичный проход аспирации в качестве способа тромбэктомии первого выбора через коаксиально собранную систему «проводниковый катетер–реперфузионный катетер (соответствующий диаметру целевой артерии)» по нейропроводнику, установленному более дистально, проводят коронарный баллонный катетер диаметром от 1,2 до 4 мм в дистальные сегменты внутренней сонной артерии (см. рис. 4, а). И после нагнетания в него смеси физиологического раствора с контрастным препаратом под давлением 2–7 атм осуществляют последовательное продвижение по нему реперфузионного катетера и затем проводникового катетера (см. рис. 4, б). Также коронарный

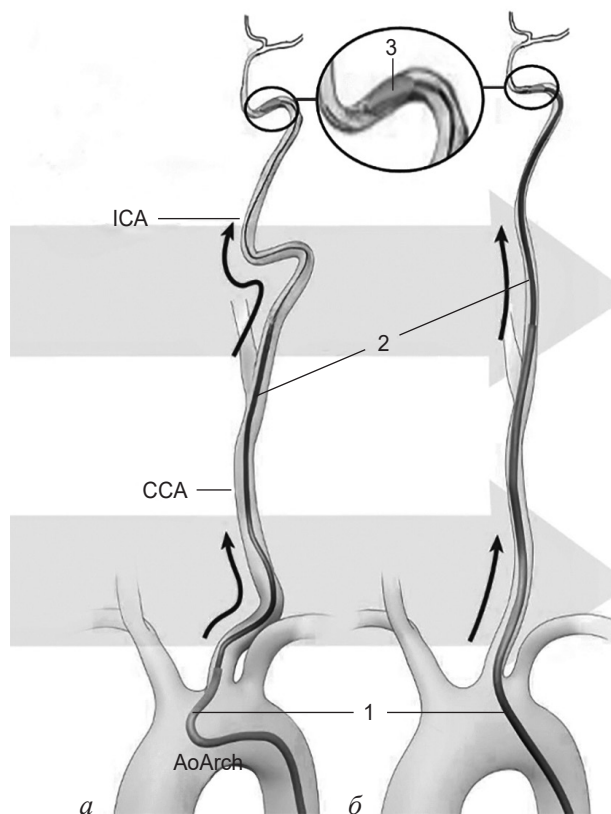


Рис. 4. Катетеризация сонной артерии с дистальным якорением баллонным катетером (а, б).

1 – баллонный проводниковый катетер; 2 – катетер дистального доступа (реперфузионный или аспирационный); 3 – коронарный баллонный катетер

баллонный катетер может эффективно использоваться для проведения реперфузионного катетера через выраженные ангулированные участки интракраниальных сегментов внутренней сонной артерии, в частности «сифона» и офтальмического сегмента. В данном случае под постоянным флюороскопическим контролем баллонный катетер диаметром 1,2–2 мм позиционируют в области, где извитость артерии или карина ее бифуркации препятствуют проведению катетера дистального доступа. Выполняют аккуратное заполнение баллонного катетера рентгеноконтрастной жидкостью простым шприцем или шприцем-манометром (до 4 атм) с последующим подведением к нему вплотную реперфузионного катетера дистального доступа, так чтобы проксимальная часть баллона оказалась в дистальной части реперфузионного катетера. Вслед за этим выполняют продвижение полученной системы «баллонный катетер–реперфузионный катетер» антеградно, фиксируя проводник на месте или контролируя его безопасное продвижение вперед. В случае, если данный маневр проведения этой системы в целевую церебральную артерию не удался, создают напряжение реперфузионного катетера в том же направлении, а баллонный катетер с проводником фиксируют на месте. В момент начала создания разрежения в баллонном катетере реперфузионный катетер устремится антеградно в наиболее крупный сосуд по сохраняющейся траектории.

Сутью этого маневра является снижение эффекта «бритвы» (травмирования боковых ветвей в области карины дистальным срезом крупнопросветного катетера), а также задание траектории движения в ангулированном сегменте крупной артерии, с последующим сдвиганием баллона. В нашей клинике за обзорный период баллонную ассистенцию при продвижении реперфузионного катетера применяли у 148 пациентов, как правило, с извитостями и ангуляциями при кальцифицированном или сложном типе «сифона» в кавернозном сегменте ВСА, а также при обратном угле отхождения окклюзированной средней мозговой артерии [3].

Важным аспектом данных методик является их безопасность. При правильном выполнении риск осложнений остается относительно низким. Наиболее частым побочным эффектом является транзиторный спазм сосу-

да в зоне контакта со стентом, который в большинстве случаев разрешается самостоятельно или после местного введения спазмолитиков. Более серьезные осложнения, такие как диссекция сосуда или перфорация, встречаются крайне редко и обычно связаны с техническими ошибками или чрезмерной силой тракции или давления на стенки артерии.

Многопроводниковая техника якорения (multi-wire anchoring technique). Этот инновационный подход особенно востребован при трансрадиальном доступе и работе с выраженной извитостью экстракраниальных артерий. Методика основана на одновременном использовании нескольких (обычно 2–3) микропроводников малого диаметра (0,014–0,018"), которые создают своеобразный «рельсовый путь» для продвижения катетеров.

Технические нюансы выполнения включают:

- последовательное введение проводников в дистальные отделы целевой артерии;
- создание параллельной системы с равномерным распределением нагрузки;
- осторожное продвижение рабочего катетера по созданному каркасу.

Преимуществом метода является его минимальная инвазивность и возможность применения даже при выраженном кальцинозе сосудов. Однако техника требует высокого уровня мастерства оператора и имеет ограниченную эффективность при работе с очень резкими изгибами (углы менее 90°).

Катетерное якорение в наружной сонной артерии (НСА) (ECA anchoring technique). Эта методика представляет собой альтернативный подход при работе с выраженной петлеобразной деформацией внутренней сонной артерии. Физиологический принцип основан на использовании наружной сонной артерии как стабильной платформы для последующей навигации в ВСА.

Техническая реализация включает:

- селективную катетеризацию НСА;
- глубокое продвижение проводника в дистальные ветви (чаще верхнечелюстную артерию);
- создание жесткой системы поддержки;
- последующее осторожное маневрирование в ВСА.

Многопроводниковую технику якорения и технику якорения в наружной сонной артерии мы применяли у 304 пациентов, как правило, в качестве дополнительных приемов

или перед другим методиками для перехода к вышеописанным техникам проксимального и дистального якорения.

В сложных анатомических случаях часто требуется комбинация нескольких техник якорения. Типичным примером является ситуация с сочетанием:

- типа III аортальной дуги;
- острого угла отхождения левой ОСА;
- выраженной извитости экстракраниального отдела ВСА [9].

В таких случаях оптимальной стратегией может стать последовательное применение:

- 1) баллонного якорения в проксимальном отделе ОСА;
- 2) многопроводниковой техники для преодоления извитости;
- 3) стент-якорения в каротидном сифоне.

Несмотря на свою эффективность, техники якорения несут определенные риски:

- сосудистый спазм (частота 5–15%);
- диссекция интимы (2–7%);
- дистальная эмболия (1–3%);
- перфорация сосуда (менее 1%).

Профилактические меры включают:

- тщательный предоперационный анализ ангиограмм;
- использование мягких проводников с гидрофильным покрытием;
- дозированное применение вазодилаторов;
- постоянный флюороскопический контроль.

На момент написания данной статьи в нашей клинике всего было применено при трансфеморальном, трансрадиальном и брахиальном доступах 925 вариантов техник якорения и приемов ассистенции для надежной селективной катетеризации проводниковым катетером целевого магистрального сосуда головного мозга у 553 из 578 пациентов с ишемическим инсультом, ассоциированным с окклюзией крупной артерии и сложной артериальной анатомией, с медианой времени от поступления до реперфузии 54 [30; 150] мин, показателем успеха 95,7%, с медианой исхода по шкале Рэнкина 0–3 балла через 1,5 мес у 54,6% прооперированных пациентов. Однако было зафиксировано два случая с окклюзией левой общей сонной артерии до 1 см дистальнее ее устья, где селективная катетеризация бедренным доступом не рассматривалась из-за отсутствия достаточной зоны даже для прокси-

мального якорения баллонным проводниковым катетером. Эти случаи не вошли в анализ техник якорения. Тем не менее стоит акцентировать внимание на подобных анатомических вариантах. При необходимости получения доступа к месту окклюзии оператор, при достаточном опыте, может прибегнуть к конверсии доступа на альтернативный. Мы в таких случаях выполняли прямой каротидный доступ с последующим выполнением тромбэктомии из церебральной артерии. Еще у 23 пациентов подобная конверсия на каротидную пункцию осуществлялась в связи с ригидным хроническим атеросклеротическим стенотическим процессом во внутренней сонной артерии и невозможностью проведения дистальнее других инструментов, кроме проводника. Как видно при сопоставлении опыта нашей клиники, есть несоответствие между оценкой удовлетворительного результата по шкале Рэнкина 0–3 балла вместо общепринятой 0–2 балла и сроках оценки 1,5 мес вместо 3 мес. Стоит отметить, что наша когорта пациентов имела медиану возраста 65 лет со смещением 75 квартиля в сторону возрастной группы старше 75 лет, которые имели тяжелые сопутствующие заболевания.

Обсуждение

Приведенные F.J.A.M. Alverne et al. в обзорной статье, посвященной проблеме неблагоприятной анатомии при лечении ишемического инсульта, данные показывают, что заболеваемость и смертность у пациентов с острой окклюзией крупного церебрального сосуда остаются высокими, несмотря на успешную тромбэктомию, о чем свидетельствуют высокий балл (3–5) по шкале Рэнкина у 67,4% пациентов и смертность до 24% в изученных исследованиях [2, 3, 7–9]. Помимо увеличения продолжительности процедуры многократное использование устройства и проходов устройств для тромбэктомии может способствовать повреждению артериального эндотелия, потенциально снижая клиническую эффективность и увеличивая частоту нежелательных явлений, таких как диссекция артерии, десквамация эндотелия, повреждение боковых ветвей малого диаметра, воспаление сосудистой стенки с последующим увеличением ее проницаемости [3–5]. Также эти авторы цитируют данные об обратной зависимо-

сти в виде снижения на 18 процентных пунктов доли пациентов с достижением через 3 мес исхода 0–2 балла по шкале Рэнкина (с 64,1 до 46,1%) в связи с трехкратным увеличением времени достижения эффективной реперфузии со 180 до 480 мин, значительная доля которого связана со сложными сценариями катетеризации целевой артерии при неблагоприятной анатомии [1, 3, 5]. Медицинское сообщество дает таким длительным операциям название «рефрактерная тромбэктомия». Кроме состава тромба, который может формировать достаточно плотный эмбол, рефрактерная тромбэктомия чаще ассоциирована в первую очередь с неблагоприятной анатомией с формированием острых и отрицательных углов атаки при катетеризации брахиоцефальных артерий аортального и наднаортального сегментов, извитостью общих сонных или внутренних сонных артерий, крайними типами сифона внутренней сонной артерии, отрицательным углом контакта с тромбом в интракраниальном сегменте, а также с атеросклеротическим, фиброзным поражением артерий и бифуркационным заклиниванием церебральных артерий. Все эти особенности по отдельности могут увеличивать продолжительность тромбэктомии, а их сочетание, безусловно, в значительной степени снижает вероятность успешной реперфузии [3–5]. Необходимо учитывать, что лечение инсульта у исходно тяжелых коморбидных пациентов, имеющих сложную анатомию, и последующая их реабилитация являются крайне тяжелой задачей, и результат оценки функционального исхода до 1,5 мес после лечения 0–3 балла мы считаем приемлемым.

В нашем регистре пациентов с неблагоприятной анатомией показатель времени от начала операции до реперфузии не ниже, чем в цитируемых данных. Также стоит отметить нашу приверженность тщательной и быстрой оценке неинвазивных методов нейровизуализации и оперативному планированию приоритетного подхода в отношении места сосудистого доступа и возможных и быстрых смен сценариев катетеризации целевых артерий. По нашему мнению, основным элементом успешной urgentной реваскуляризации церебральных артерий является более дистальная катетеризация целевой брахиоцефальной артерии и целевой церебральной артерии, что напрямую зависит от данных контрастной компьютерной томографии и от владения описанными ас-

систимирующими методиками доставки инструментов.

Заключение

Резюмируя вышеизложенное, можно с уверенностью констатировать, что методики якорения прочно вошли в арсенал современной эндоваскулярной нейроинтервенционной хирургии, значительно расширив возможности лечения пациентов со сложной сосудистой анатомией. Дальнейшее развитие этих методов связано со следующими аспектами:

- создание специализированных устройств для якорения;
- разработка алгоритмов выбора оптимальной стратегии;
- внедрение системы оценки сложности анатомии;
- совершенствование тренировочных симуляционных программ.

Современные тенденции свидетельствуют о постепенном переходе от эмпирического применения различных техник к персонализированному выбору стратегии на основе комплексной предоперационной оценки анатомических особенностей конкретного пациента.

Литература/References

1. Alawieh A., Vargas J., Fargen K.M., Langley E.F., Starke R.M., De Leacy R. et al. Impact of procedure time on outcomes of thrombectomy for stroke. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2019; 73: 879–890. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.11.052
2. Albers G.W., Marks M.P., Kemp S., Christensen S., Tsai J.P., Ortega-Gutierrez S. et al. Thrombectomy for stroke at 6 to 16 hours with selection by perfusion imaging. *N. Engl. J. Med.* 2018; 378: 708–718. DOI: 10.1056/NEJMoa1713973
3. Alverne F.J.A.M., Lima F.O., Rocha F.A., Bandeira D.A., Lucena A.F., Silva H.C. et al. Unfavorable vascular anatomy during endovascular treatment of stroke: challenges and bailout strategies. *J. Stroke.* 2020; 22 (2): 185–202. DOI: 10.5853/jos.2020.00227
4. Bourcier R., Saleme S., Labreuche J., Mazighi M., Fached R., Blanc R. et al. More than three passes of stent retriever is an independent predictor of parenchymal hematoma in acute ischemic stroke. *J. Neurointerv. Surg.* 2019; 11: 625–629. DOI: 10.1136/neurintsurg-2018-014380
5. Huang X., Cai Q., Xiao L., Gu M., Liu Y., Zhou Z. et al. Influence of procedure time on outcome and hemorrhagic transformation in stroke patients undergoing thrombectomy. *J. Neurol.* 2019; 266: 2560–2570. DOI: 10.1007/s00415-019-09451-5
6. Li Z.S., Zhou T.F., Li Q., Guan M., Liu H., Zhu L.F. et al. Endovascular management of intracranial atherosclerosis-related large vessel occlusion with the a direct aspiration first-pass thrombectomy compared with solumbra tech-

- nique. *Front. Neurol.* 2021; 12: 633–643. DOI: 10.3389/fneur.2021.643633
7. Bracard S., Ducrocq X., Mas J.L., Soudant M., Oppenheim C., Moulin T. et al. Mechanical thrombectomy after intravenous alteplase versus alteplase alone after stroke (THRACE): a randomised controlled trial. *Lancet Neurol.* 2016; 15: 1138–1147. DOI: 10.1016/S1474-4422(16)30177-6
 8. Campbell B.C., Mitchell P.J., Kleinig T.J., Dewey H.M., Churilov L., Yassi N. et al. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection. *N. Engl. J. Med.* 2015; 372: 1009–1018. DOI: 10.1056/NEJMoa1414792
 9. Nogueira R.G., Jadhav A.P., Haussen D.C., Bonafe A., Budzik R.F., Bhuya P. et al. Thrombectomy 6 to 24 hours after stroke with a mismatch between deficit and infarct. *N. Engl. J. Med.* 2018; 378: 11–21. DOI: 10.1056/NEJMoa1706442
 10. Ohshima T., Miyachi S. A novel technique for mitigation of the ledge effect caused by the use of a large-lumen catheter during neurointervention: beanstalk method. *Asian J. Neurosurg.* 2020; 15: 753–755. DOI: 10.4103/ajns.AJNS_238_20
 11. Romano D.G., Frauenfelder G., Casseri T., Piano M., Vinci S., Comai A. et al. Efficacy of ADAPT with large-bore reperfusion catheter in anterior circulation acute ischemic stroke: a multicentric Italian experience. *Radiol. Med.* 2020; 125: 57–65. DOI: 10.1007/s11547-019-01069-x
 12. Sharashidze V., Nogueira R.G., Al-Bayati A.R., Grossberg J.A., Haussen D.C. Balloon anchoring technique for thrombectomy in hostile craniocervical arterial anatomy. *J. Neurointerv. Surg.* 2020; 12: 763–767. DOI: 10.1136/neurintsurg-2019-015347
 13. Yi H.J., Kim B.T., Shin D.S. Effectiveness of anchoring with balloon guide catheter and stent retriever in difficult mechanical thrombectomy for large vessel occlusion. *J. Korean Neurosurg. Soc.* 2022; 65 (4): 514–522. DOI: 10.3340/jkns.2021.0158
 14. Yi H.J., Sung J.H., Lee D.H., Song S.Y. Effectiveness and technical considerations of solitaire platinum 4×40 mm stent retriever in mechanical thrombectomy with solumbra technique. *J. Korean Neurosurg. Soc.* 2021; 64: 30–38. DOI: 10.3340/jkns.2020.0046
 15. Yi H.J., Sung J.H., Lee D.H. Preliminary experience of neuroform atlas stenting as a rescue treatment after failure of mechanical thrombectomy caused by residual intracranial atherosclerotic stenosis. *J. Korean Neurosurg. Soc.* 2021; 64: 198–206. DOI: 10.3340/jkns.2020.0146

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.831-005.4-089.819.1

Технические возможности преодоления сложной артериальной анатомии в ходе эндоваскулярной тромбэктомии у больных с ишемическим инсультом

М.В. Струценко , П.А. Болотов, Р.Л. Логвиненко, Д.М. Муртазалиева, Т.Д. Сошина, И.Ю. Осипов, И.П. Парфенов

ГБУЗ «Городская клиническая больница им. В.В. Вересаева Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Российская Федерация

✉ **Струценко Михаил Валерьевич**, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0002-4608-302X, e-mail: mvstrutsenko@gmail.com
Болотов Павел Анатольевич, д-р мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0001-9896-2483
Логвиненко Роман Леонидович, канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-3205-2019
Муртазалиева Джавгарат Магомедовна, заместитель главного врача; orcid.org/0000-0002-8162-2359
Сошина Тамара Дмитриевна, заведующая отделением неврологии для больных с острым нарушением мозгового кровообращения; orcid.org/0000-0001-8791-0821
Осипов Иван Юрьевич, заведующий отделением лучевой диагностики; orcid.org/0000-0002-2659-1211
Парфенов Игорь Павлович, д-р мед. наук, профессор, главный врач; orcid.org/0000-0003-2441-872X

Резюме

Цель исследования – оптимизировать результаты эндоваскулярного лечения острого ишемического инсульта у пациентов со сложной и неблагоприятной сосудистой анатомией на основе оценки результатов и технических решений механической реперфузионной терапии.

Материал и методы. Проведен ретроспективный анализ лечения на базе ГКБ им. В.В. Вересаева 324 пациентов с ишемическим инсультом в передней циркуляции.

В первую группу были включены 78 пациентов со сложной анатомией, во вторую группу – 246 пациентов. Уровень поражения и наличие извитостей оценивали по данным компьютерной томографии с ангиографией, выполненной при поступлении пациента в стационар. Оценка неблагоприятной анатомии проводилась по шкале ADSM.

Статистическую обработку данных выполняли с использованием системы электронных таблиц Microsoft Excel и с помощью стандартного пакета программ IBM SPSS Statistics 27.

Результаты. Мультиаксиальная (телескопическая) техника трансформальной катетеризации внутренней сонной артерии (ВСА) в ее различных модификациях в большинстве случаев (66%) позволяет преодолевать сложную аортобрахиоцефальную анатомию. Альтернативный доступ (лучевой, плечевой и прямой каротидный) потребовался в 33,3% случаев, включая лучевой/плечевой доступ – в 21,8% случаев (vs 11,8%) и прямую каротидную пункцию – в 11,5% случаев (vs 1,6%, $p < 0,05$). Баллон-ассистированный проход – эффективная и безопасная техника, использовалась для проведения реперфузионного катетера при сложной анатомии ВСА, включая кавернозный сегмент, в 39,7% случаев (vs 8,5%, $p < 0,05$). Техника дистального якорения с использованием стент-ретривера применялась в 52,6% случаев (vs 14,6%, $p < 0,05$) и показала себя как эффективный и безопасный приём преодоления извитостей экстракраниальных сегментов ВСА, проведения реперфузионного катетера в среднюю мозговую артерию и выравнивания позиции мультиаксиальной системы в целом. Комбинированные техники захвата и экстракции тромба в случаях сложной анатомии применялись в 79,5% случаев (vs 28,9%, $p < 0,05$).

Заключение. Сложная и неблагоприятная анатомия внутренней сонной артерии связана с меньшей вероятностью успешного восстановления кровотока с первой попытки и увеличением времени, необходимого для достижения реперфузии после начала процедуры.

Сочетание экстремальных анатомических факторов снижает эффективность эндоваскулярного лечения и увеличивает вероятность необходимости общей анестезии.

Использование комбинированных методик в большинстве случаев позволяет улучшить результаты эндоваскулярной тромбэкстракции при наличии сложной сосудистой анатомии.

Ключевые слова: эндоваскулярная тромбэктомия, сложная анатомия, неблагоприятная артериальная анатомия, ишемический инсульт

Для цитирования: Струценко М.В., Болотов П.А., Логвиненко Р.Л., Муртазалиева Д.М., Сошина Т.Д., Осипов И.Ю., Парфенов И.П. Технические возможности преодоления сложной артериальной анатомии в ходе эндоваскулярной

тромбэктомии у больных с ишемическим инсультом. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (4): 480–488. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4-480-488

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 25.09.2025
Принята к печати 06.11.2025

Technical options for overcoming complex arterial anatomy during endovascular thrombectomy in patients with ischemic stroke

M.V. Strutsenko[✉], P.A. Bolotov[✉], R.L. Logvinenko, D.M. Murtazaliev, T.D. Soshina, I.Yu. Osipov, I.P. Parfenov

City Clinical Hospital named after V.V. Veresaev, Moscow, Russian Federation

✉ **Mikhail V. Strutsenko**, Cand. Med. Sci., Head of Interventional Radiology Department; orcid.org/0000-0002-4608-302X, e-mail: mvstrutsenko@gmail.com

Pavel A. Bolotov, Dr. Med. Sci., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-9896-2483

Roman L. Logvinenko, Cand. Med. Sci., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-3205-2019

Dzhavgarat M. Murtazaliev, Deputy Chief Physician; orcid.org/0000-0002-8162-2359

Tamara D. Soshina, Head of Neurology Department for Stroke Patients; orcid.org/0000-0001-8791-0821

Ivan Yu. Osipov, Head of Radiology Department; orcid.org/0000-0002-2659-1211

Igor P. Parfenov, Dr. Med. Sci., Professor, Chief Physician; orcid.org/0000-0003-2441-872X

Abstract

Objective. To optimize the results of endovascular treatment of acute ischemic stroke in patients with complex and unfavorable vascular anatomy based on the evaluation of the results and technical solutions of mechanical reperfusion therapy.

Material and methods. A retrospective analysis of the treatment of 324 patients with ischemic stroke in the anterior circulation based on City Clinical Hospital named after V.V. Veresaev was performed.

Seventy-eight patients with complex anatomy were included in the first group, and 246 patients were included in the second group. The level of the lesion and the presence of tortuosity were assessed according to the data of computed tomography with angiography performed when the patient was admitted to the hospital. Adverse anatomy was assessed using the ADSM scale.

Statistical processing of the data was performed using Microsoft Excel spreadsheet system and IBM SPSS Statistics 27 standard program package.

Results. Multiaxial (telescopic) technique of transfemoral internal carotid artery (ICA) catheterization in its various modifications in the majority of cases (66%) allows overcoming complex aorto-brachiocephalic anatomy. Alternative access (radial, brachial and direct carotid) is necessary in 33.3% of cases. Including radial/shoulder access in 21.8% of cases (vs 11.8%) and direct carotid catheterization in 11.5% of cases (vs 1.6%, $p < 0.05$). Balloon-assisted passage, an effective and safe technique was used to guide the reperfusion catheter through the complex anatomy of the ICA including the cavernous segment in 39.7% of cases (vs 8.5%, $p < 0.05$). The distal anchor technique using a retriever was used in 52.6% of cases (vs 14.6%, $p < 0.05$), an effective and safe technique to overcome tortuosity of extracranial ICA segments, guide the reperfusion catheter into the middle cerebral artery, and equalize the position of the multiaxial system. Combined techniques of thrombus entrapment and extraction in cases of complex anatomy were used in 79.5% of cases (vs 28.9%, $p < 0.05$).

Conclusion. Complex and atypical anatomy of the internal carotid artery is associated with a lower likelihood of successful restoration of blood flow on the first attempt and an increase in the time required to achieve reperfusion after initiation of the procedure.

The combination of unfavorable anatomical factors reduces the efficacy of endovascular treatment and increases the likelihood of the need for general anesthesia.

The use of combined techniques in most cases allows to improve the results of endovascular thrombus extraction in the presence of complex vascular anatomy.

Keywords: endovascular thrombectomy, complex anatomy, unfavorable arterial anatomy, ischemic stroke

For citation: Strutsenko M.V., Bolotov P.A., Logvinenko R.L., Murtazaliev D.M., Soshina T.D., Osipov I.Yu., Parfenov I.P. Technical options for overcoming complex arterial anatomy during endovascular thrombectomy in patients with ischemic stroke. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (4): 480–488 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4-480-488

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

Received September 25, 2025
Accepted November 6, 2025

Введение

Эффективность механической реперфузии при ишемическом инсульте по сравнению с одним лишь медикаментозным лечением как в ранние, так и в поздние временные окна не вызывает сомнений. Преимущество эндоваскулярной тромбоэкстракции напрямую связано с техническим успехом процедуры в достижении быстрой и полной реперфузии. Определяющее значение в эффективности эндоваскулярного вмешательства имеет максимально быстрое достижение реперфузии по шкале оценки степени восстановления кровотока (реперфузии) в церебральных сосудах (Trombolysis in Cerebral Infarction, TICI) 2b-3 при минимальном количестве проходов. При этом, несмотря на значительное улучшение показателей эффективности процедуры, достижение оптимальной реперфузии остается по-прежнему сложной задачей. Это связано с необходимостью проведения нескольких попыток тромбэктомии с использованием дополнительных методик и различных эндоваскулярных устройств [1–3]. Повторное заведение устройств для тромбэктомии, хотя и направлено на восстановление кровотока, может привести к повреждению артериального эндотелия, что в свою очередь может негативно сказаться на клинических результатах и увеличить частоту осложнений [4, 5].

Существенно повлиять на успех эндоваскулярного лечения инсульта может неблагоприятная артериальная анатомия. Сложная аортобрахиоцефальная анатомия в сочетании с неблагоприятной интракраниальной анатомией церебральных артерий в комплексе являются распространенной причиной технических неудач. Так, J. Kaesmacher et al. [6] обнаружили, что у 31,7% пациентов не удалось достичь целевой окклюзии, что привело к неудачной реперфузии. Причиной такой неудачи, по мнению авторов, часто является сложная анатомия артерий с вариабельностью дуги аорты или патологическая деформация внутренней сонной артерии (ВСА). Эти анатомические факторы могут затруднить доступ эндоваскулярного инструмента к месту пораженной церебральной артерии, увеличивая время вмешательства. Продолжительность выполнения эндоваскулярной тромбэктомии может составлять значительную часть времени от начала симптомов до реперфузии при тех-

нически сложных сценариях [7]. Во многих исследованиях сообщалось, что чем дольше процедурное время, тем выше риск геморрагической трансформации и тем ниже шансы на хороший клинический результат лечения пациентов [8].

В связи с этим актуальными являются анализ анатомических факторов риска, способных осложнить эндоваскулярное лечение острого ишемического инсульта, и разработка оптимальных технических действий для минимизации негативных последствий сложной анатомии сосудов.

Цель нашего исследования – оптимизировать результаты эндоваскулярного лечения острого ишемического инсульта у пациентов со сложной и неблагоприятной сосудистой анатомией на основе оценки результатов и технических решений механической реперфузионной терапии.

Материал и методы

Проведен ретроспективный анализ эндоваскулярного лечения на базе ГКБ им. В.В. Вересаева 324 пациентов с ишемическим инсультом в передней циркуляции.

Неблагоприятная артериальная анатомия включала в себя сложности на нескольких уровнях (супрааортальный сегмент аорты, экстра- и интракраниальный сегмент ВСА, а также извитости средней мозговой артерии (СМА). Учитывая, что у большого числа пациентов встречались анатомические барьеры сразу на нескольких уровнях, мы ввели в исследование разработанную нами модифицированную шкалу определения сложности артериальной анатомии по данным МСКТ-ангиографии дуги аорты, экстра- и интракраниальных сегментов ВСА – ADSM vessel Score (Aortic Arch, Dolichoarteriopathy, carotid Siphon, Middle cerebral artery) (табл. 1). Соответственно, А – это неблагоприятная анатомия грудной аорты – дуга аорты (II и III типы), бычья дуга; D – неблагоприятная анатомия общей сонной артерии и шейного сегмента внутренней сонной артерии (коэффициент извитости, кинкинг и/или полная петля); S – неблагоприятная анатомия кавернозного сегмента ВСА – конфигурация каротидного сифона II–IV типа; M – ангиуляции ВСА–СМА, сегментов M1–M2 средней мозговой артерии на уровне супрааортального сегмента.

Таблица 1

Модифицированная шкала ADSM vessel Score

Параметр	Балл
Тип арки аорты	
I	0
II	1
III	2
бычий тип (bovine type)	1
Патологическая деформация артерий каротидного бассейна	
«прямая» артерия	0
извитости (tortuosity)	1
кинкинг (kinking)	2
полная петля (coiling)	2
Кавернозный сегмент ВСА	
тип I	0
тип II–III	1
тип IV	2
Ангуляция СМА	
ВСА-СМА > 90°	0
ВСА-СМА < 90°	1
угол ТА (АОI) < 125°	2

Шкала позволяет оценивать наличие неблагоприятной анатомии на нескольких уровнях. Поэтому такая структуризация сложной многоуровневой анатомии с помощью шкалы перед началом операции, по результатам нашего исследования, должна обеспечить сокращение времени и переход на альтернативные анато-

мические доступы с возможным выбором другого эндоваскулярного инструмента и других техник по его заведению и извлечению тромба. Все это оказывает положительное влияние как на клинический, так и на экономический эффект оперативного вмешательства.

В зависимости от анатомических характеристик сосудов в соответствии со шкалой ADSM (см. табл. 1) и разработанной шкалой многоуровневой оценки к группе неблагоприятной анатомии (1-я группа) отнесли пациентов, набравших в сумме 5 баллов и более по шкале ADSM. К группе благоприятной анатомии (2-я группа) отнесли пациентов, набравших 0–4 балла по шкале ADSM.

Сложная аортобрахиоцефальная анатомия включала II и III типы дуги аорты с обратной критической ангуляцией артерии доступа, множественные извитости с суммарной ангуляцией более 240°, полную петлю и кинкинг ВСА в сочетании с конфигурацией кавернозного сегмента II–IV типа и неблагоприятной ангуляцией M1-M2 сегмента СМА.

В 1-ю группу были включены 78 пациентов со сложной анатомией, включающей комбинацию вышеуказанных факторов. Средний возраст пациентов составил $75,7 \pm 8,6$ года. Дефицит по шкале тяжести инсульта Национального института здоровья США (NIHSS) составил $18,3 \pm 6,1$ балла (табл. 2).

Таблица 2

Исходные характеристики пациентов в группах сравнения (n=324)

Показатель	Неблагоприятная анатомия (n=78), ADSM ≥ 5 баллов	Благоприятная анатомия (n=246), ADSM < 5 баллов	χ^2	P
Средний возраст, лет	75,7 $\pm$ 8,6	72,4 $\pm$ 9,1	–	>0,87
Пол				
мужской	30 (38,5)	119 (48,4)	2,35	0,125
женский	48 (61,5)	127 (51,6)	2,348	0,125
Средний балл по шкале NIHSS при поступлении в стационар	18,3 $\pm$ 6,1	17,8 $\pm$ 5,3	–	>0,05
Средний балл по шкале Рэнкина (mRS) до инсульта	<2	<2	–	–
Инсульт неизвестного временного интервала	11 (14,1)	34 (13,8)	0,0045	0,947
ASPECTS 10–9 баллов	65 (83,3)	221 (89,8)	2,38	0,123
ASPECTS 8 баллов или менее	13 (16,7)	25 (10,2)	2,38	0,123
Предыдущий ишемический инсульт	14 (17,9)	30 (12,2)	1,66	0,198
Фибрилляция предсердий	54 (69,2)	49 (19,9)	66,48	<0,0001
Терапия NOAC	21 (26,9)	61 (24,8)	0,15	0,699

Примечания. NIHSS – National Institutes of Health Stroke Scale, шкала инсульта Национального института здоровья; шкала ASPECTS – Alberta Stroke Program Early CT score – программа Alberta для оценки ранних КТ-изменений при инсульте; mRS – модифицированная шкала Рэнкина; NOAC – новые пероральные антикоагулянты.

Данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения (M $\pm$ SD), а также n (%).

Во 2-ю (контрольную) группу были включены 246 пациентов с одним из факторов сложной анатомии. Средний возраст пациентов составил $72,4 \pm 9,1$ года. Дефицит по шкале NIHSS составил $17,8 \pm 5,3$ балла.

Преморбидный статус по модифицированной шкале Рэнкина в обеих группах не превышал 2 баллов.

Уровень поражения и наличие патологической деформации брахиоцефальных артерий оценивали по данным компьютерной томографии с ангиографией, выполненной при поступлении пациента в стационар (табл. 3).

В 1-й группе изолированная окклюзия М1 наблюдалась у 42 (53,8%) пациентов, окклюзия М2 – в 16 (20,5%) случаях, tandemный вариант был у 16 (20,5%) пациентов.

Во 2-й группе окклюзия М1 была в 134 (54,5%) случаях, окклюзия М2 – у 53 (21,5%) пациентов, а у 47 (19,1%) пациентов определялось tandemное поражение.

Статистическую обработку данных проводили с использованием системы электронных таблиц Microsoft Excel и с помощью стандартного пакета программ IBM SPSS Statistics 27. Анализ соответствия признака закону нормального распределения выполняли с применением критерия Колмогорова–Смирнова. В связи с несоответствием показателей нормальному распределению для проверки гипотез о равенстве числовых попарных характеристик выборочных распределений в сравниваемых группах использовали U-критерий

Манна–Уитни. Бинарные и категориальные показатели между группами сравнивались с помощью χ^2 -критерия сопряженности Пирсона. Критерием значимости при статистических расчетах в данной работе являлось значение показателя вероятности ошибки (p) не более 5%, то есть $p < 0,05$.

Результаты

При благоприятной анатомии аспирационную методику тромбэктомии применили в большей доле случаев (табл. 4) с высокой эффективностью в данной группе пациентов (табл. 5).

Сложная многоуровневая артериальная анатомия (ADSM ≥ 5 баллов) является серьезной проблемой, влияющей на технические результаты и функциональные исходы эндоваскулярного лечения ишемического инсульта. Частота применения общей анестезии в сравниваемых группах составила 23,1 и 12,2% соответственно в группах неблагоприятной и благоприятной артериальной анатомии. Церебральный кровоток на уровне TICI 2b-3 с первого прохода достигнут у 34 (43,6%) пациентов в основной группе и у 162 (65,9%) – в контрольной.

Частота применения дополнительных технических решений оптимизации доступа к зоне окклюзии в основной группе составила 76 (97,4%), в контрольной – 54 (22,0%) случая, включая конверсию на лучевой/плечевой доступ – в 11 (14,1%) и 24 (9,8%) или прямой

Таблица 3

Место окклюзии и неблагоприятная артериальная анатомия у пациентов в группах сравнения (n=324)

Показатель	Неблагоприятная анатомия (n=78), ADSM ≥ 5 баллов	Благоприятная анатомия (n=246), ADSM < 5 баллов	χ^2	P
Сторона окклюзии ВСА-СМА правая/левая	35/43	122/124	0,54/0,532	0,46/0,466
Тип III / бычья дуга аорты	65 (83,3)	44 (17,9)	74,31	$< 0,00001$
Патологическая деформация ОСА-экстракраниальный сегмент ВСА	67 (85,9)	126 (51,2)	29,58	$< 0,00001$
Кавернозный сегмент ВСА				
тип II–III	59 (75,6)	89 (36,2)	37,13	$< 0,00001$
тип IV	19 (24,4)	12 (4,9)	25,31	$< 0,00001$
СМА, сегмент М1	42 (53,8)	134 (54,5)	0,009	0,924
СМА, сегмент М2	16 (20,5)	53 (21,5)	0,037	0,847
СМА+ПМА (Т-окклюзия)	4 (5,2)	12 (4,9)	0,045	0,832
Тандемная окклюзия	16 (20,5)	47 (19,1)	0,076	0,783

Примечания. ПМА – передняя мозговая артерия. Данные представлены в виде n (%).

Таблица 4

**Проведенные техники механической тромбэктомии у пациентов
в группах сравнения (n=324)**

Показатель	Неблагоприятная анатомия (n=78), ADSM ≥5 баллов	Благоприятная анатомия (n=246), ADSM <5 баллов	χ^2	P
<i>Выполненная анестезия</i>				
Седация в сознании или без нее	60 (77,0)	216 (87,8)	5,57	0,018
Общая анестезия	18 (23,1)	30 (12,2)	5,55	0,018
<i>Тип устройства, использованного для тромбэктомии, и детали вмешательства</i>				
Внутривенное введение альтеплазы	16 (20,5)	74 (30,1)	2,7	0,1
Баллонный направляющий катетер	10 (12,8)	25 (10,2)	0,43	0,512
Дистальная позиция проводникового катетера (между C1 и основанием черепа)	67 (85,9)	211 (85,8)	0,00067	0,98
Только аспирационный катетер	21 (26,9)	152 (61,8)	28,94	<0,0001
Только стент-ретривер	7 (9,0)	25 (10,2)	0,093	>0,76
Аспирационный катетер и стент-ретривер	50 (64,1)	69 (28,0)	33,04	<0,0001
Количество проходов >3	31 (39,7)	81 (32,9)	1,22	0,27
Медиана времени от пункции до реперфузии, мин	44 [27; 67]	36 [14; 54]	55,48	<0,0001
Имплантация каротидного стента	5 (6,4)	27 (11,0)	1,38	0,24
Бедренный артериальный доступ	70 (89,7)	241 (98,0)	9,86	0,0017
Лучевой/плечевой доступ	17 (21,8)	29 (11,8)	4,89	0,027
Прямой каротидный доступ	9 (11,5)	4 (1,6)	0,00017	0,00019
<i>Техники при сложной анатомии</i>				
Конверсия на лучевой/плечевой доступ	11 (14,1)	24 (9,8)	0,28	0,24
Конверсия на прямой каротидный доступ	7 (9,0)	4 (1,6)	0,041	0,839
Модифицированная телескопическая техника проведения для захвата тромба	62 (79,5)	71 (28,9)	62,78	<0,0001
Проксимальная якорная техника	6 (7,7)	3 (1,2)	6,73	0,0095
Дистальная якорная техника	41 (52,6)	36 (14,6)	47,01	<0,0001
Баллон-ассистированное проведение	31 (39,7)	21 (8,5)	42,89	<0,0001

Примечания. C1 – цервикальный сегмент внутренней сонной артерии.

Данные представлены в виде n (%), а также медианы и нижнего и верхнего квартилей – Me [Q1; Q3].

Таблица 5

**Эффективность и безопасность техники механической тромбэктомии
у пациентов в группах сравнения (n=324)**

Показатель	Неблагоприятная анатомия (n=78), ADSM ≥5 баллов	Благоприятная анатомия (n=246), ADSM <5 баллов	χ^2	P
Количество проходов более 3	31 (39,7)	81 (32,9)	1,22	0,269
Время от пункции до реперфузии, мин	44 [27; 67]	36 [14; 54]	55,49	<0,00001
«Истинный» эффект первого прохода до TICI 3	19 (24,4)	88 (35,8)	3,48	0,062
«Модифицированный» эффект первого прохода до TICI 2b-3	34 (43,6)	162 (65,9)	12,32	0,00045
Успешная реканализация (TICI 2b-3)	67 (85,9)	211 (85,8)	0,00068	0,98
Неполная реканализация (TICI 0-2a)	11 (14,1)	35 (14,2)	0,00062	0,98
Дистальная эмболия	7 (9,0)	9 (3,7)	2,52	0,112
Диссекция сонной артерии	6 (7,7)	10 (4,1)	1,67	0,196
Симптоматическое внутримозговое кровоизлияние (любое)	18 (23,1)	65 (26,4)	0,13	0,72
Неврологическое улучшение на 7-й день	40 (51,3)	149 (60,6)	2,11	0,146
Смерть от инсульта в стационаре	20 (25,6)	54 (22,0)	2,102	0,147
Смертность на 90-й день	22 (28,2)	59 (24,0)	0,56	0,454

Примечание. Данные представлены в виде n (%), а также медианы и нижнего и верхнего квартилей – Me [Q1; Q3].

каротидный доступ – в 7 (9,0%) и 4 (1,6%) случаях соответственно, баллон-ассистированное проведение – в 31 (39,7%) и 21 (8,5%) случаях, техники усиленного дистального якорения – в 41 (52,6%) и 36 (14,6%) случаях. Модифицированная телескопическая техника при заведении аспирационного катетера до тромба также достоверно чаще была использована в группе с неблагоприятной анатомией – 79,5% против 28,9% случаев соответственно.

Среднее время от момента пункции до достижения реперфузии составило 44 мин в основной и 36 мин – в контрольной группах. Финальный кровоток на уровне TICI 2b-3 был достигнут в 67 (85,9%) и 211 (85,8%) случаях соответственно. Геморрагическая трансформация наблюдалась в 18 (23,1%) случаях в основной и 65 (26,4%) – в контрольной группах. Летальность составила 22 (28,2%) и 59 (24,0%) случаев соответственно. Улучшение неврологического статуса к 7-му дню госпитализации составило 51,3 и 60,6% соответственно.

Обсуждение

Внедрение эндоваскулярных методик для лечения пациентов с острым ишемическим инсультом в виде механической тромбэктомии открыло новую эру в современной неврологии [9]. Для большинства пациентов ввиду ряда ограничений системной тромболитической терапии эндоваскулярные реперфузионные методики представляют собой единственный патогенетический способ лечения острого ишемического инсульта [10]. Механическая тромбэктомия в настоящее время служит золотым стандартом лечения окклюзии крупных сосудов [11]. Предпочтительным результатом эндоваскулярной процедуры является полное восстановление кровотока по церебральной артерии за максимально короткий временной срок с выполнением наименьшего количества проходов эндоваскулярными устройствами [9]. Реканализация после одного прохода связана с лучшими клиническими результатами по сравнению с процедурами, требующими нескольких проходов для достижения такого же уровня реканализации [12]. Использование рациональной комбинации различных методик тромбэктомии позволяет удалять тромб из артерий головного мозга с минимизацией числа попыток и уменьшением риска эмболических осложнений [13].

Одной из главных проблем, ограничивающих оптимальное выполнение механической тромбэктомии, являются сложные варианты экстра- и интракраниальной анатомии, включающие критическую аортобрахиоцефальную ангуляцию, наличие множественных каротидных извитостей, кинкингов и петель, неблагоприятную конфигурацию кавернозного сегмента, изгибы интракраниальных артерий, а также тандемные и многоуровневые окклюдизирующие поражения [14]. Сложная многоуровневая артериальная анатомия (ADSM ≥ 5 баллов) является серьезной проблемой, влияющей на технические результаты и функциональные исходы эндоваскулярного лечения ишемического инсульта, а также ассоциируется с уменьшением частоты реперфузии с первого прохода и увеличением времени пункция-реперфузия [4]. Так, патологическая деформация ВСА была независимо связана с уменьшением вероятности достижения эффекта первого прохода и увеличением риска внутричерепного кровоизлияния после механической тромбэктомии [5]. Помимо увеличения продолжительности процедуры многократные проходы устройства могут способствовать повреждению артериального эндотелия, потенциально снижая клиническую эффективность и увеличивая частоту нежелательных явлений [15].

В связи с этим оценка сосудистой анатомии перед выполнением эндоваскулярной тромбэктомии имеет решающее значение для планирования и проведения успешных вмешательств; необходимыми являются технические стратегии, позволяющие нивелировать влияние неблагоприятной анатомии на результаты лечения пациентов с ишемическим инсультом. Так, аспирационные методики с использованием различных аспирационных катетеров – это первая методика тромбэктомии, которую, как правило, применяют из-за высокой скорости ее выполнения и относительной простоты [11]. При неблагоприятной анатомии использование данной методики также является первой техникой выполнения тромбэктомии, но, если нет возможности быстро довести аспирационный катетер до места локализации тромба, целесообразнее использовать стент-ретривер с окклюдизионным катетером либо различные комбинированные методики с применением аспирационных катетеров и стентов-ретриверов разного типа. Также необходи-

мо помнить о возможности использования стента-ретривера в качестве дистального якоря при подведении аспирационного катетера к пораженной церебральной артерии у пациентов с неблагоприятной анатомией либо при тандемном поражении.

Принципы преодоления сложной артериальной анатомии включают оптимальное дистальное продвижение гайд-катетера в ВСА, стабилизацию позиции гайд-катетера для обеспечения коаксиальной поддержки, дистальное проведение реперфузионного катетера через каротидный сифон к зоне интереса (предпочтение отдается комбинированным техникам), обеспечение полного контакта реперфузионного катетера и тромба или оптимальных условий взаимодействия реперфузионного катетера и стента-ретривера с тромбом, а также полную ретроградную экстракцию тромба из церебрального кровотока через сложную анатомию без потерь.

Применяемые техники позволяют добиться более полного контакта реперфузионного катетера и тромба, а также оптимизировать условия взаимодействия реперфузионного катетера и стента-ретривера с тромбом.

Выводы

1. Предоперационный анализ результатов компьютерной томографической ангиографии дает возможность быстро и последовательно определять сосудистые особенности, которые могут быть связаны с трудным доступом к супрааортальным сосудам, и помогать в планировании соответствующих операционных стратегий.

2. Сложная многоуровневая артериальная анатомия (ADSM ≥ 5 баллов) является серьезной проблемой, влияющей на технические результаты и функциональные исходы эндоваскулярного лечения ишемического инсульта, а также ассоциируется с уменьшением частоты реперфузии с первого прохода и увеличением времени пункция-реперфузия.

3. Комбинация факторов неблагоприятной анатомии приводит к снижению клинической эффективности эндоваскулярного вмешательства и увеличению потребности в общей анестезии.

4. Выполнение тромбэктомии из церебральных артерий через альтернативные доступы (лучевой, плечевой и прямой каротидный) –

необходимый уровень операторского навыка, применяется для сокращения времени катетеризации целевых сегментов брахиоцефальных артерий и эффективной тромбэктомии из артерий головного мозга.

5. Применение техник телескопической катетеризации, баллон-ассистированного прохода, техники дистального якорения с использованием ретривера, модифицированных техник захвата тромба при сложной анатомии аортобрахиоцефального, цервикального и церебрального артериальных сегментов – эффективный и безопасный прием доставки реперфузионного катетера в целевой сегмент, повышающий вероятность быстрой и эффективной реперфузии головного мозга.

Литература/References

1. Arruda Mont' Alverne F.J., Oliveira Lima F., de Araújo Rocha F., de Almeida Bandeira D., de Lucena A.F., Silva H.C. et al. Unfavorable vascular anatomy during endovascular treatment of stroke: challenges and bailout strategies. *J. Stroke*. 2020; 22 (2): 185–202. DOI: 10.5853/jos.2020.00227
2. Albers G.W., Marks M.P., Kemp S., Christensen S., Tsai J.P., Ortega Gutierrez S. et al. Thrombectomy for stroke at 6 to 16 hours with selection by perfusion imaging. *N. Engl. J. Med.* 2018; 378: 708–718. DOI: 10.1056/NEJMoa1713973
3. Nogueira R.G., Jadhav A.P., Haussen D.C., Bonafe A., Budzik R.F., Bhuva P. et al. Thrombectomy 6 to 24 hours after stroke with a mismatch between deficit and infarct. *N. Engl. J. Med.* 2018; 378: 11–21. DOI: 10.1056/NEJMoa1706442
4. Bourcier R., Saleme S., Labreuche J., Mazighi M., Fayed R., Blanc R. et al. More than three passes of stent retriever is an independent predictor of parenchymal hematoma in acute ischemic stroke. *J. Neurointerv. Surg.* 2019; 11: 625–629. DOI: 10.1136/neurintsurg-2018-014380
5. Huang X., Cai Q., Xiao L., Gu M., Liu Y., Zhou Z. et al. Influence of procedure time on outcome and hemorrhagic transformation in stroke patients undergoing thrombectomy. *J. Neurol.* 2019; 266: 2560–2570. DOI: 10.1007/s00415-019-09451-5
6. Kaesmacher J., Gralla J., Mosimann P.J., Zibold F., Helder M.R., Piechowiak E. et al. Reasons for reperfusion failures in stent-retriever-based thrombectomy: registry analysis and proposal of a classification system. *Am. J. Neuroradiol.* 2018; 39: 1848–1853. DOI: 10.3174/ajnr.A5759
7. Ribo M., Molina C.A., Cobo E., Cerdà N., Tomasello A., Quesada H. et al. Association between time to reperfusion and outcome is primarily driven by the time from imaging to reperfusion. *Stroke*. 2016; 47: 999–1004. DOI: 10.1161/STROKEAHA.115.011721
8. Snelling B.M., Sur S., Shah S.S., Chen S., Menaker S.A., McCarthy D.J. et al. Unfavorable vascular anatomy is associated with increased revascularization time and worse outcome in anterior circulation thrombectomy. *World Neurosurg.* 2018; 120: e976e983. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.08.207

9. Knox J.A., Alexander M.D., McCoy D.B., Murph D.C., Hinckley P.J., Ch'ang J.C. et al. Impact of aortic arch anatomy on technical performance and clinical outcomes in patients with acute ischemic stroke. *Am. J. Neuroradiol.* 2020; 41 (2): 268–273. DOI: 10.3174/ajnr.A6422
10. Bernava G., Rosi A., Boto J., Brina O., Kulcsar Z., Czarnetzki Ch. et al. Direct thromboaspiration efficacy for mechanical thrombectomy is related to the angle of interaction between the aspiration catheter and the clot. *J. NeuroInterv. Surg.* 2020; 12 (4): 396–400. DOI: 10.1136/neurintsurg-2019-015113
11. Логвиненко Р.Л., Коков Л.С., Шабунин А.В., Араблинский А.В., Араблинский А.В., Седова А.А., Саморуков В.Ю. Сравнение результатов различных методик катетерной тромбэктомии из артерий головного мозга и системного тромболизиса при ишемическом инсульте. *Диагностическая и интервенционная радиология.* 2020; 14 (4): 19–31. DOI: 10.25512/DIR.2020.14.4.02
Logvinenko R.L., Kokov L.S., Shabunin A.V., Arablinskiy A.V., Arablinskiy A.V., Sedova A.A., Samorukov V.Yu. Comparison of the results of different techniques of catheter thrombectomy from cerebral arteries and systemic thrombolysis in ischemic stroke. *Diagnostic and Interventional Radiology.* 2020; 14 (4): 19–31 (in Russ.). DOI: 10.25512/DIR.2020.14.4.02
12. Вильданов Т.Р. Предикторы неблагоприятных клинических исходов эндоваскулярной тромбэктомии в острейшем периоде ишемического инсульта. *Креативная хирургия и онкология.* 2023; 13 (3): 203–209.
Vildanov T.R. Predictors of unfavorable clinical outcomes of endovascular thrombectomy in the acute period of ischemic stroke. *Creative Surgery and Oncology.* 2023; 13 (3): 203–209 (in Russ.).
13. Кулеш А.А., Демин Д.А., Виноградов О.И. Патогенетические механизмы ишемического инсульта: от верификации до вторичной профилактики. *Consilium Medicum.* 2021; 23 (11): 792–799.
Kulesh A.A., Demin D.A., Vinogradov O.I. Pathogenetic mechanisms of ischemic stroke: from verification to secondary prevention. *Consilium Medicum.* 2021; 23 (11): 792–799 (in Russ.).
14. Koge J., Tanaka K., Yoshimoto T., Shiozawa M., Kushi Y., Ohta T. et al. Internal carotid artery tortuosity: impact on mechanical thrombectomy. *Stroke.* 2022; 53 (8): 2458–2467. DOI: 10.1161/STROKEAHA.121.037904
15. Zhiqiang P., Junchen C., Wenying C., Dongqing Zh., Mi Ma, Qiaowei Li et al. Aspiration thrombectomy versus stent retriever thrombectomy as a first-line approach for cardiogenic cerebral embolism and cryptogenic stroke in large vessels of the anterior circulation. *Front. Neurol.* 2024; 14: 1324725. DOI: 10.3389/fneur.2023.1324725

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.12-007-053.1-089.819.1

Отдаленные результаты гибридного стентирования ветвей легочной артерии при хирургической коррекции сложных врожденных пороков сердца

Е.З. Голухова¹, К.В. Петросян¹, М.Г. Пурсанов², К.В. Шаталов¹, Т.Ю. Данилов¹,
А.В. Соболев¹, Г.М. Дадабаев¹, Ф.М. Дадабаев¹✉, К.К. Карапетян¹

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

² ГБУЗ «Морозовская детская городская клиническая больница Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Российская Федерация

Голухова Елена Зеликовна, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, заведующая кафедрой кардиологии, функциональной и ультразвуковой диагностики с курсом детской кардиологии, директор; orcid.org/0000-0002-6252-0322

Петросян Карен Валерьевич, д-р мед. наук, заведующий кафедрой рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения, руководитель отделения рентгенохирургических методов исследования и лечения сердца и сосудов; orcid.org/0000-0002-3370-0295

Пурсанов Манолис Георгиевич, д-р мед. наук, рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0002-1421-1795

Шаталов Константин Валентинович, д-р мед. наук, профессор, заведующий отделением неотложной хирургии врожденных пороков сердца с группой вспомогательного кровообращения, заместитель директора по научной работе; orcid.org/0000-0003-1120-9363

Данилов Тимур Юрьевич, д-р мед. наук, заведующий кардиохирургическим отделением № 6; orcid.org/0000-0002-9409-3230

Соболев Андрей Васильевич, канд. мед. наук, вед. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-0186-8165

Дадабаев Гуламжан Мураджанович, канд. мед. наук, науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-2564-5716

✉ **Дадабаев Фарходжон Муратович**, аспирант; orcid.org/0000-0002-2736-3720, e-mail: fagik@mail.ru

Карапетян Карен Карапетович, аспирант; orcid.org/0009-0006-4259-6692

Резюме

Цель исследования – оценить эффективность и безопасность гибридного (интраоперационного) стентирования сужений и гипоплазий ветвей легочной артерии (ЛА) при одновременной хирургической коррекции сложных врожденных пороков сердца (ВПС).

Материал и методы. Выполнен ретроспективный анализ 81 случая гибридного стентирования ветвей ЛА у пациентов, оперированных в НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева в 2012–2022 гг. Средний возраст детей – 38 (17–81) мес, масса тела – 13 (8,8–19) кг. Все гибридные вмешательства выполнялись в условиях кардиохирургической операционной: после основного этапа коррекции порока проводилась имплантация стентов в ветви ЛА под рентгеноскопическим контролем. В 44,4% случаев стентирование осуществлено без подключения искусственного кровообращения (ИК). Оценены непосредственные результаты (успешность имплантации стентов, интраоперационные и госпитальные осложнения) и отдаленные результаты (выживаемость, состояние стентов, необходимость повторных вмешательств) в сроки 6 мес – 8 лет (медиана 24 мес) после операции.

Результаты. Гибридное стентирование выполнено успешно у 96,3% (n = 78) пациентов. Интраоперационная летальность составила 3,7%, госпитальная летальность – 7,8%. В отдаленном периоде выживаемость пациентов оказалась высокой: зарегистрирована лишь одна поздняя смерть (1,9%) вследствие прогрессирования сердечной недостаточности. У большинства пациентов после операции отмечалось улучшение функционального состояния кровообращения: доля больных с I стадией недостаточности кровообращения по классификации Стражеско–Василенко увеличилась с 7,4 до 50,9%.

К осложнениям отдаленного периода относятся рестеноз внутри стентов – 24,5% случаев, перелом стента – 1,9%, миграция (дислокация) стента – 5,7% наблюдений. Повторные вмешательства на ЛА потребовались 30% пациентов, при этом чаще выполнялись баллонные дилатации ранее имплантированных стентов в связи с соматическим ростом ребенка. Гибридный подход позволил улучшить параметры легочной гемодинамики: градиент давления на стентированных сегментах ЛА снизился у всех пациентов по сравнению с дооперационным уровнем.

У детей с функционально одножелудочковым сердцем эффективное расширение ветвей ЛА с помощью стентов создало условия для успешного завершения этапной коррекции. Так, 14,3% пациентов данной группы впоследствии была успешно проведена операция Фонтена.

Заключение. Гибридное (интраоперационное) стентирование ветвей ЛА при коррекции сложных ВПС является эффективным и относительно безопасным методом лечения. Данный подход расширяет возможности радикальной и этапной коррекции сложных пороков у пациентов, ранее считавшихся неоперабельными или относящихся к группе крайне высокого риска, за счет устранения обструкции ЛА без травматичных пластик и сокращения времени ИК.

Полученные отдаленные результаты (высокая выживаемость, улучшение функционального состояния, приемлемый уровень рестеноза) соответствуют данным мировой практики. Необходим дальнейший динамический мониторинг пациентов, поскольку примерно у четверти больных возникают рестенозы стентов или другие осложнения, требующие повторных эндоваскулярных вмешательств.

Ключевые слова: гибридное стентирование, ветви легочной артерии, сложные врожденные пороки сердца, отдаленные результаты, осложнения, рестеноз, выживаемость, повторные вмешательства

Для цитирования: Голухова Е.З., Петросян К.В., Пурсанов М.Г., Шаталов К.В., Данилов Т.Ю., Соболев А.В., Дадабаев Г.М., Дадабаев Ф.М., Карапетян К.К. Отдаленные результаты гибридного стентирования ветвей легочной артерии при хирургической коррекции сложных врожденных пороков сердца. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (4): 489–497. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4-489-497

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 09.10.2025
Принята к печати 04.12.2025

Long-term results of hybrid stenting of pulmonary artery branches during surgical correction of complex congenital heart defects

E.Z. Golukhova¹, K.V. Petrosyan¹, M.G. Pursanov², K.V. Shatalov¹, T.Yu. Danilov¹, A.V. Sobolev¹, G.M. Dadabaev¹, F.M. Dadabaev¹ ✉, K.K. Karapetyan¹

¹ Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, Russian Federation

² Morozovskaya Children's City Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation

Elena Z. Golukhova, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of RAS, Chief of the Chair of Cardiology, Functional and Ultrasound Diagnostics with a Course in Pediatric Cardiology, Director; orcid.org/0000-0002-6252-0322

Karen V. Petrosyan, Dr. Med. Sci., Chief of Chair of X-ray Endovascular Methods of Diagnosis and Treatment, Head of the Department of X-ray Surgical Methods for Studying and Treating the Heart and Blood Vessels; orcid.org/0000-0002-3370-0295

Manolis G. Pursanov, Dr. Med. Sci., X-ray Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-1421-1795

Konstantin V. Shatalov, Dr. Med. Sci., Professor, Head of the Department of Emergency Surgery of Congenital Heart Defects with the Group of Auxiliary Blood Circulation, Deputy Director for Scientific Work; orcid.org/0000-0003-1120-9363

Timur Yu. Danilov, Dr. Med. Sci., Head of Cardiac Surgery Department No. 6; orcid.org/0000-0002-9409-3230

Andrey V. Sobolev, Cand. Med. Sci., Leading Researcher; orcid.org/0000-0002-0186-8165

Gulamzhan M. Dadabaev, Cand. Med. Sci., Researcher; orcid.org/0000-0002-2564-5716

✉ **Farkhodzhon M. Dadabaev**, Postgraduate; orcid.org/0000-0002-2736-3720, e-mail: fagik@mail.ru

Karen K. Karapetyan, Postgraduate; orcid.org/0009-0006-4259-6692

Abstract

Objective. To evaluate the efficacy and safety of hybrid (intraoperative) stenting of pulmonary artery (PA) branch stenoses and hypoplasia performed simultaneously with surgical correction of complex congenital heart defects (CHD).

Material and methods. A retrospective analysis of 81 cases of hybrid stenting of the PA branches was performed in patients operated at the A.N. Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery during 2012–2022. The mean age of children was 38 months (range 17–81), and the mean body weight was 13 kg (range 8.8–19). Hybrid interventions were carried out during open-heart surgery: after the main stage of defect correction, stents were implanted into the PA branches under fluoroscopic guidance. In 44.4 % of cases, stenting was performed without cardiopulmonary bypass (CPB). Immediate outcomes (stent implantation success, intraoperative and in-hospital complications) and long-term results (survival, stent condition, need for reinterventions) were evaluated at a median follow-up of 24 months after surgery.

Results. Hybrid stenting was successfully completed in 96.3% of patients. Intraoperative mortality was 3.7%, and in-hospital mortality was 7.8%. In the long-term follow-up, patient survival remained high: only one late death (1.9%) was recorded due to progressive heart failure. Most patients demonstrated improvement in circulatory function after surgery: the proportion of those with stage I heart failure (according to the Strazhesko – Vasilenko classification) increased from 7.4% to 50.9%.

Long-term complications included in-stent restenosis in 24.5% of cases, stent fracture in 1.9%, and stent migration (dislocation) in 5.7% of cases. Reinterventions on the pulmonary arteries were required in approximately 30% of patients, most commonly consisting of endovascular balloon dilations of previously implanted stents to accommodate somatic growth. The hybrid approach improved pulmonary hemodynamic parameters: the pressure gradient across the stented PA segments decreased in all patients compared with preoperative values.

In children with functional single-ventricle physiology, effective dilation of the PA branches through stenting created conditions for successful completion of staged repair: 14.3% of patients in this subgroup subsequently underwent the Fontan procedure successfully.

Conclusion. Hybrid (intraoperative) stenting of pulmonary artery branches during correction of complex congenital heart defects is an effective and relatively safe treatment modality. This approach expands the possibilities for radical and staged repair in patients previously considered inoperable or extremely high-risk by eliminating PA obstruction without traumatic patch angioplasty and reducing CPB time.

The obtained long-term results (high survival rate, improvement in functional status, and acceptable incidence of restenosis) are consistent with international data. Continuous long-term follow-up remains necessary, as approximately one-quarter of patients develop in-stent restenosis or other complications requiring repeat endovascular interventions.

Keywords: hybrid stenting, pulmonary artery branches, complex congenital heart defects, long-term outcomes, complications, restenosis, survival, reinterventions

For citation: Golukhova E.Z., Petrosyan K.V., Pursanov M.G., Shatalov K.V., Danilov T.Yu., Sobolev A.V., Dadabaev G.M., Dadabaev F.M., Karapetyan K.K. Long-term results of hybrid stenting of pulmonary artery branches during surgical correction of complex congenital heart defects. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (4): 489–497 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4-489-497

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

Received October 9, 2025
Accepted December 4, 2025

Введение

Стенозирующие и гипопластические поражения ветвей легочной артерии (ЛА) часто сочетаются со сложными врожденными пороками сердца (ВПС) и существенно утяжеляют их течение [1]. По данным литературы, примерно у 2/3 пациентов стеноз ветвей ЛА является в сочетании с врожденными пороками сердца [2]. Гемодинамически значимая обструкция ветвей ЛА приводит к неравномерному распределению легочного кровотока, перегрузке правого желудочка и артериальной гипоксемии, что клинически проявляется одышкой, цианозом и снижением толерантности к физической нагрузке [1].

Открытая хирургическая пластика ветвей ЛА технически сложна, особенно при повторных вмешательствах, и сопряжена с высоким риском повреждения сосудистой стенки и кровотечения. Известны случаи летальных разрывов артерий по линии шва после пластики [3–5].

Эндоваскулярные методы менее травматичны и применяются при подготовке к радикальной коррекции пороков, однако их выполнение нередко ограничено анатомическими особенностями сосудов, тромбозом венозных доступов и низкой массой тела ребенка, что делает процедуру технически невыполнимой.

В подобных клинических ситуациях целесообразно применение гибридного метода – интраоперационного стентирования ветвей легочной артерии во время кардиохирургической коррекции порока. Данный подход позволяет одномоментно устранить внутрисердечный дефект и реконструировать легочный кровоток, снижая риск осложнений и продолжительность искусственного кровообращения (ИК) [6, 7].

В фундаментальных зарубежных и отечественных работах были определены показания и технические принципы гибридных вмешательств у детей с врожденными пороками сердца. Клинические исследования показали, что интраоперационное стентирование ветвей ЛА позволяет достичь высокого технического успеха, минимизировать риск сосудистых осложнений и улучшить долгосрочные результаты лечения по сравнению с изолированным транскатетерным подходом [8, 9].

В России первое успешное интраоперационное стентирование ветви ЛА было выполнено в НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева в 1999 г. у пациента с транспозицией магистральных сосудов и выраженным стенозом ЛА [10]. С тех пор гибридная методика получила развитие и доказала эффективность при коррекции сложных пороков сердца, ранее считавшихся условно неоперабельными. Настоящее исследование

дование направлено на анализ отдаленных результатов гибридного стентирования ветвей легочной артерии у данной категории пациентов.

Материал и методы

Исследование выполнено на базе Национального медицинского исследовательского центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева Минздрава России (г. Москва). В анализ включен 81 пациент детского возраста. В период 2012–2022 гг. им проведено гибридное интраоперационное стентирование стенозов и/или гипоплазий ветвей ЛА в сочетании с коррекцией сложного ВПС. Медианный возраст больных на момент операции составил 38 (межквартильный размах 17–81) мес, масса тела – 13,0 (8,8–19) кг, рост – 92 (77–116) см. Среди исходных диагнозов преобладали сочетанные ВПС со значительно сниженным легочным кровотоком: тетрада Фалло, атрезия ЛА I типа с дефектом межжелудочковой перегородки, общий артериальный ствол, функционально одножелудочковые пороки после паллиативных анастомозов и др. С учетом характера выполненной коррекции когорты исследуемых пациентов разделена на четыре группы: группа 1 – гемодинамическая коррекция (этапные операции на пути к одножелудочковому кровообращению), 37 пациентов; группа 2 – радикальная коррекция порока, 17 пациентов; группа 3 – повторные вмешательства после ранее выполненной радикальной коррекции, 17 пациентов; группа 4 – прочие комплексные случаи, 10 пациентов (пациенты на промежуточном этапе коррекции).

Хирургическая тактика определялась анатомией порока и состоянием ЛА. Всем пациентам выполнялась плановая кардиохирургическая операция в условиях искусственного

кровообращения с кардиopleгией, без использования ИК либо на ИК без кардиopleгии – в зависимости от характера вмешательства. Выполнение эндоваскулярного этапа без подключения ИК позволяет снизить риск осложнений, связанных с искусственным кровообращением. На завершающем этапе операции проводилось интраоперационное стентирование пораженных сегментов ЛА (гибридный этап). Доступ выбирался индивидуально: чаще применяли прямой сосудистый доступ (в просвет правой или левой ЛА, ствол ЛА, верхнюю полую вену (ВПВ), конduit), реже через общую бедренную вену (ОБВ), в одном случае – через правое предсердие (см. таблицу).

Стенты имплантировали под рентгеноскопическим контролем с помощью мобильной рентгеновской С-дуги. В качестве имплантов использовались баллонорасширяемые сосудистые стенты. Оценка результатов подтверждалась интраоперационной ангиокардиографией и визуальным осмотром: критерием эффективности считалось увеличение просвета ЛА и пульсации дистального русла.

В послеоперационном периоде пациенты находились под наблюдением в стационаре, стандартная антикоагулянтная терапия (в период госпитализации – антикоагулянт прямого действия с переходом на ацетилсалициловую кислоту (3–5 мг/кг)) начиналась с первых суток. Перед выпиской всем выполнялось контрольное ультразвуковое исследование для оценки результатов лечения. Далее пациенты наблюдались амбулаторно по месту жительства; плановые контрольные исследования (эхокардиография, рентген, компьютерная томография) проводились в нашем центре через 6–12 мес и далее ежегодно. При выявлении гемодинамически значимого рестеноза стента (градиент систолического давления

Оперативные доступы при гибридном стентировании легочных артерий, n (%)

Доступ	Все пациенты (n=81)	Группа 1 (n=37)	Группа 2 (n=17)	Группа 3 (n=17)	Группа 4 (n=10)
Правый желудочек	27 (33,3)	1 (2,7)	9 (52,9)	11 (64,7)	6 (60,0)
Правая ЛА	17 (21,0)	15 (40,5)	2 (11,8)	0 (0)	0 (0)
Левая ЛА	1 (1,2)	1 (2,7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
ОБВ	7 (8,6)	3 (8,1)	1 (5,9)	1 (5,9)	2 (20,0)
Ствол ЛА	14 (17,3)	4 (10,8)	5 (29,4)	4 (23,5)	1 (10,0)
ВПВ	10 (12,3)	10 (27,0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Хирургически выделенная ЛА	2 (2,5)	1 (2,7)	0 (0)	1 (5,9)	0 (0)
Конduit	2 (2,5)	2 (5,4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Правое предсердие	1 (1,2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (10,0)

>30 мм рт. ст. или относительное сужение просвета >50%) выполнялись повторные вмешательства – баллонная дилатация стента или повторное стентирование, в отдельных случаях – хирургическая пластика ЛА.

Для анализа результатов применялись методы описательной статистики. Значения приведены в виде медианы (25-й–75-й процентиль) для количественных показателей. Выживаемость и свобода от повторных вмешательств оценивались методом Каплана–Мейера. Сравнение групп проводилось с использованием U-критерия Манна–Уитни и точного критерия Фишера; различия считались значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Стенты были успешно имплантированы у подавляющего большинства пациентов, технический успех составил 96,3%. В трех случаях вмешательство завершить не удалось из-за анатомических препятствий или критической нестабильности больного. У одного ребенка со сложным пороком и транспозицией сосудов стент в левую легочную артерию вызвал компрессию главного бронха, в связи с этим выполнена реконфигурация стента с последующим бронхоскопическим контролем (устье бронхов проходимо).

Интраоперационные осложнения зарегистрированы в 9,9% случаев, из них в 3,7% случаев ($n=3$) произошел летальный исход: в двух случаях он был связан с высокой хирургической травматичностью ввиду тяжести и сложности врожденного порока сердца и предшествующих оперативных вмешательств, в одном случае летальный исход связан с имплантацией стента, что привело к массивному кровотечению из ЛА. В одном случае произошла дислокация стента в ствол ЛА, в связи с чем стент был удален хирургическим способом и выполнено повторное стентирование. В двух случаях при имплантации стента развилась диссекция сосудистой стенки, – экстренно выполнена имплантация покрытого стента из политетрафторэтилена (Covered CP, NuMED). В одном случае произошла перфорация правой ЛА, данное осложнение также устранено имплантацией покрытого CP стента. Тромбозов стентов в госпитальном периоде не наблюдалось.

В раннем послеоперационном периоде осложнения были связаны преимущественно

с исходной тяжестью пациентов и объемом кардиохирургического вмешательства. Продленная инотропная поддержка потребовалась 7 (8,6%) пациентам, острая почечная недостаточность отмечалась у 5 (6,2%) пациентов. Специфических стент-ассоциированных осложнений выявлено не было. Летальность составила 7,8% (6 пациентов), все случаи произошли в течение 30 сут, обусловлены полиорганной недостаточностью и осложненным течением порока, без связи с гибридным этапом. Наибольшая ранняя летальность отмечена у пациентов с одноклеточковым кровообращением, однако статистически значимых различий между группами не выявлено. Средняя длительность госпитализации составила 18 ± 5 сут.

Катамнез составил 6 мес – 8 лет (медиана 24 мес). В отдаленном периоде выживаемость составила 88% ($n=71$). Под динамическим наблюдением находились 53 пациента.

Долгосрочная выживаемость оказалась высокой: через 1 год и в течение 5 лет после операции – 98,6%. Основным фактором, влияющим на прогноз, оставалась тяжесть исходного порока.

Просвет стентированных артерий сохранялся удовлетворительным у большинства больных. Отдаленные осложнения зафиксированы у 17 (32%) пациентов: рестеноз – у 13 (24,5%), перелом стента – у 1 (1,9%), миграция – у 3 (5,7%) (рис. 1). Восемью пациентам (15,1%) потребовалось активное лечение рестеноза. Наиболее высокая частота рестеноза отмечена после операций Гленна (31,6%), реже – при радикальной коррекции (12–20%).

Повторные вмешательства выполнены у 20 (37,7%) пациентов: баллонная ангиопластика – у 14 (26,4%), повторное стентирование – у 4 (7,5%), открытые хирургические

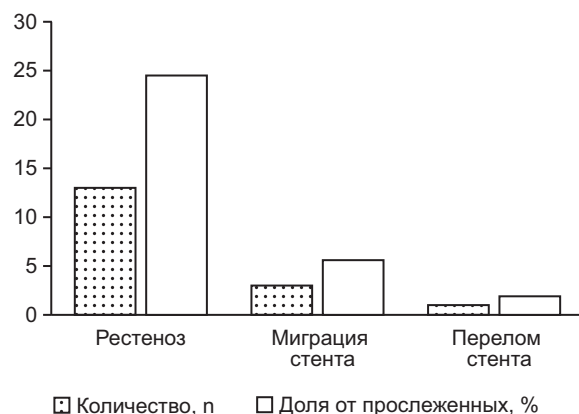


Рис. 1. Статистика осложнений в отдаленном периоде

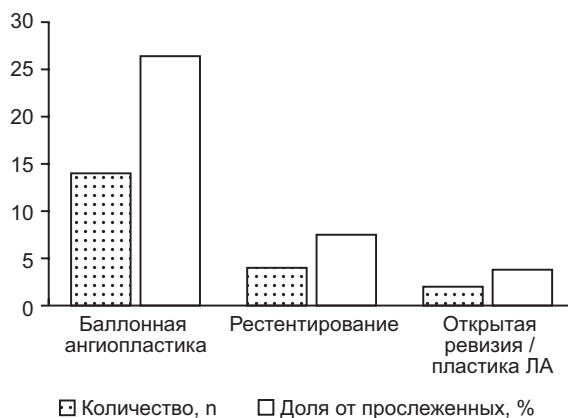


Рис. 2. Типы повторных вмешательств

вмешательства (удаление стента, наложение анастомоза) – у 2 (3,8%) (рис. 2). Основной причиной повторных процедур был соматический рост пациента, требовавший дилатации для поддержания адекватного кровотока. Свобода от повторных вмешательств к 3 годам составила около 70%. Частота рестенозов и повторных процедур соответствовала нижней границе диапазона, приведенного в литературе (26–66% за 1–7 лет), что объясняется использованием стентов большего диаметра.

На отдаленных сроках отмечено достоверное клиническое улучшение. Доля пациентов с I стадией недостаточности кровообращения по Стражеско–Василенко увеличилась с 7,4 до 50,9%, тяжелых стадий не осталось (рис. 3). Улучшение гемодинамики малого круга подтверждалось снижением градиентов давления и увеличением индексов McGoon и Nakata. У пациентов с одножелудочковым кровообращением успешное расширение ветвей ЛА позволило выполнить завершающий этап коррекции: у 4 (14,3%) из 28 проведена операция

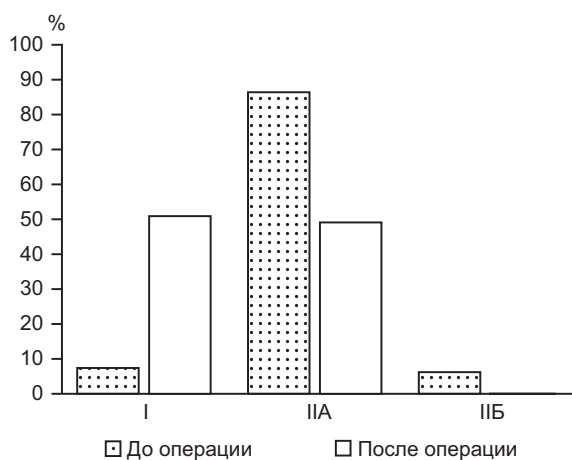


Рис. 3. Динамика стадий недостаточности кровообращения по Стражеско–Василенко до и после операции

Фонтена, у 1 – наложен дополнительный центральный анастомоз.

Таким образом, гибридное стентирование ветвей легочной артерии продемонстрировало высокую выполнимость и относительную безопасность, позволив избежать открытой пластики без увеличения интраоперационных рисков.

Обсуждение

Наше исследование продемонстрировало, что гибридное (интраоперационное) стентирование ветвей ЛА в сочетании с кардиохирургической коррекцией сложных ВПС характеризуется удовлетворительными отдаленными результатами и высокой выживаемостью. Данный метод позволяет избежать сложных реконструкций ветвей ЛА у пациентов со значимыми стенозами, не увеличивая при этом операционную летальность. Полученные показатели ранней смертности (7,8%) соответствуют тяжести пороков в выборке и сопоставимы с данными зарубежных центров: например, 30-дневная летальность 8,8% приведена в крупной серии J.D. Zampi et al. [11], а M. Meot et al. сообщают о 9% послеоперационной летальности при гибридном стентировании ЛА [12].

По данным литературы, летальность пациентов обусловлена, как правило, не процедурой имплантации стента, а общей тяжестью состояния и осложнениями коррекции порока [8, 12]. В нашем исследовании лишь в одном случае летальное осложнение было связано с установкой стентов. Напротив, применение гибридного подхода, вероятно, снизило риск, так как позволило избежать длительного ИК и сложных манипуляций на ЛА у некоторых больных. Например, в 44,4% случаев нам удалось выполнить стентирование без подключения аппарата ИК, что однозначно способствовало более мягкому послеоперационному течению: у этих пациентов не отмечено неврологических осложнений и тяжелой сердечно-легочной недостаточности. Кроме того, прямое эндоваскулярное расширение ветвей ЛА позволило избежать необходимости рассекать рубцово-измененные структуры при повторных операциях, тем самым снизив риск интраоперационного кровотечения.

Сравнение отдаленных результатов гибридного стентирования с мировой практикой

показывает их обнадеживающее совпадение. Мы наблюдали рестенозы стентов примерно у 24,5% пациентов, что коррелирует с данными других авторов: 27% случаев рестеноза в среднем через 2 года [12], около 20% рестенозов к 3 годам [13]. Частота повторных вмешательств в нашем исследовании составила ~30% за 2 года; J.D. Zampi et al. сообщили о 44% таких случаев за 6 лет и отсутствии повторных процедур у ~51% пациентов к 5 годам [11]. Разница объясняется различием сроков наблюдения; при экстраполивании данных наши результаты вполне согласуются: в первые 2–3 года прирост числа вмешательств замедляется, свобода от повторной операции составляет ~70% на 3-й год.

В публикациях подчеркивается, что основной причиной необходимости повторной дилатации стента является соматический рост ребенка [14]. Наш опыт подтверждает этот факт: примерно в 9% случаев мы сознательно планировали баллонную дилатацию стента через 1–2 года после имплантации, чтобы увеличить его диаметр по мере роста сосудов. Такая стратегия позволяет поддерживать адекватный просвет легочных артерий и избежать развития легочной гипертензии или гипоперфузии. Примечательно, что ни в одном случае у нас не возникло тяжелых осложнений при повторных эндоваскулярных вмешательствах.

Преимуществом гибридного стентирования является возможность установки стентов большего диаметра, чем при обычном транскатетерном методе у маленьких детей. В ходе открытой операции мы имеем прямой короткий доступ к устью ЛА, что допускает применение более массивных баллонов и стентов без риска травмы периферических венозных доступов. Как следствие, удастся сразу расширить ветви ЛА до оптимального диаметра (6–10 мм и более в зависимости от возраста), тогда как при чрескожном методе у пациентов с низкой массой тела (менее 15 кг) часто имплантируются заведомо небольшие стенты (4–5 мм) из-за невозможности провести доставляющую систему. Такой стент быстро становится неэффективным по мере роста ребенка и требует множественных повторных дилатаций или замены. Гибридный подход позволяет отсрочить повторные процедуры: медианный диаметр стента составил 10 мм, благодаря чему почти 70% пациентов не нуж-

дались в повторных вмешательствах по крайней мере в течение первых 2–3 лет после операции. Это повышает безопасность и качество жизни пациентов.

Гибридная методика применима у пациентов с функционально одножелудочковыми врожденными пороками сердца. Интраоперационное стентирование ветвей легочной артерии во время наложения кавопульмонального анастомоза позволило достичь адекватных легочных индексов для последующего выполнения операции Фонтена у 14% больных без необходимости дополнительных вмешательств. У 1/3 пациентов этой группы сохранился умеренный стеноз ветвей ЛА, который был устранен в результате баллонной ангиопластики при катетеризации перед проведением следующего этапа гемодинамического вмешательства (операция Фонтена). Лишь у одного ребенка потребовалось наложение дополнительного системно-легочного шунта, несмотря на ранее установленный стент. Таким образом, у большинства пациентов с функционально одножелудочковым кровообращением использование гибридной стратегии обеспечило возможность завершения этапной коррекции в оптимальные сроки.

Полученные результаты коррелируют с зарубежными данными. Так, S.A. Carrillo et al. показали, что превентивное стентирование левой легочной артерии улучшает показатели готовности пациентов к операции Фонтена [15]. Наш опыт также подтверждает целесообразность расширения ветвей ЛА на промежуточном этапе – даже при необходимости дополнительного инвазивного вмешательства, если оно проводится одномоментно с плановой операцией.

Однако важно учитывать потенциальные риски при гибридном подходе. В одном случае нами отмечено сдавление стентом левого главного бронха у пациента с левосторонним аортолегочным кондуитом. Подобные случаи компрессии дыхательных путей описаны в литературе, их частота достигает 3–5% при стентировании ветвей ЛА большого диаметра у детей младшего возраста [16]. Оптимальная тактика в таких ситуациях предполагает индивидуализированный подход, в нашем случае это была реконфигурация стента.

Важным моментом является своевременная диагностика перелома стента. Единственный случай перелома стента в нашей когорте за-

фиксирован именно в зоне ранее наложенного шва, однако достоверных выводов сделать невозможно. Данный вид осложнения остается относительно редким и, как правило, связан с углом отхождения ЛА и проведенными ранее хирургическими вмешательствами в данной области; современные баллонорасширяемые стенты обладают большей механической прочностью и пластичностью [17–19]. При выявлении перелома стента необходимо своевременно решать вопрос о его ревизии, рестентировании или удалении, особенно при развитии гемодинамически значимого градиента давления, как было отмечено у одного из наших пациентов.

К ограничениям исследования следует отнести относительно небольшой срок катамнестического наблюдения у части пациентов (минимум 6 мес) и гетерогенность выборки, включающей различные нозологические формы и типы операций. Тем не менее полученные результаты отражают реальную клиническую практику применения гибридного стентирования ветвей легочной артерии в сложных анатомо-гемодинамических условиях.

Заключение

На данном этапе можно заключить, что методика демонстрирует высокую клиническую эффективность: предотвращает тяжелые осложнения со стороны легочных артерий, обеспечивает завершение этапной коррекции у большинства пациентов и не приводит к росту новых рисков [20, 21]. Планируется продолжить наблюдение за данной когортой для оценки отдаленных (> 5 лет) результатов функционирования стентов и клинического состояния пациентов во взрослом возрасте.

Литература/References

1. Heaton J., Horenstein M.S., Kyriakopoulos C. Pulmonary stenosis. In: StatPearls. Treasure Island: StatPearls Publishing; 2024.
2. Vida V.L., Rito M.L., Zucchetta F., Biffanti R., Padalino M.A., Milanesi O., Stellin G. Pulmonary artery branch stenosis in patients with congenital heart disease. *J. Card. Surg.* 2013; 28 (4): 439–445. DOI: 10.1111/jocs.12121
3. Sridhar A., Subramanyan R., Premsekar R., Chidambaram Sh., Agarwal R., Manohar S.R.K., Cherian K.M. Hybrid intraoperative pulmonary artery stenting in redo congenital cardiac surgeries. *Indian Heart J.* 2014; 66 (1): 45–51. DOI: 10.1016/j.ihj.2013.12.018
4. Bockeria L.A., Petrosian K.V., Pursanov M.G., Sobolev A.V., Shatalov K.V., Berishvili D.O. et al. Hybrid approach in surgical treatment of the pulmonary artery disease in patients with complex congenital heart disease. *World J. Vasc. Surg.* 2018; 1 (2): 1014.
5. Menon S.C., Cetta F., Dearani J.A., Burkhart H.A., Cabalka A.K., Hagler D.J. Hybrid intraoperative pulmonary artery stent placement for congenital heart disease. *Am. J. Cardiol.* 2008; 102 (12): 1737–1741. DOI: 10.1016/j.amjcard.2008.07.061
6. Gupta A., Amin Z. Popular hybrid congenital heart procedures without cardiopulmonary bypass. *Front Surg.* 2017; 4: 9. DOI: 10.3389/fsurg.2017.00009
7. Петросян К.В., Шаталов К.В., Дадабаев Ф.М., Голухова Е.З. Гибридное стентирование сужений и гипоплазий легочных артерий при хирургической коррекции сложных врожденных пороков сердца. *Эндоваскулярная хирургия.* 2023; 10 (2): 121–128. DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-2-121-128
8. Zampi J.D., Sower C.T., Lancaster T.S., Sood V., Romano J.C. Hybrid interventions in congenital heart disease: a review of current practice and rationale for use. *Ann. Thorac. Surg.* 2024; 118 (2): 329–337. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2024.03.001
9. Salavitarab A., Armstrong A.K., Carrillo S.A. Hybrid interventions in congenital heart disease. *Interv. Cardiol. Clin.* 2024; 13 (3): 399–408. DOI: 10.1016/j.iccl.2024.02.005
10. Петросян Ю.С., Киракосян С.В., Шукуров Б.М., Гаджиев А.А. Транслуминальная баллонная ангиопластика легочных артерий после операции паллиативной реконструкции путей оттока правого желудочка как подготовительный этап к радикальной коррекции. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия.* 1990; 2: 26–28.
11. Petrosyan Yu.S., Kirakosyan S.V., Shukurov B.M., Gadzhiev A.A. Transluminal balloon angioplasty of pulmonary arteries after operation for palliative reconstruction of the right-ventricular outflow tract as a preparatory stage for radical surgery. *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery.* 1990; 2: 26–28 (in Russ.).
12. Zampi J.D., Locco E., Armstrong A.K., Yu S., Lowery R., Rocchini A.P., Hirsch-Romano J.C. Twenty years of experience with intraoperative pulmonary artery stenting. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2017; 90 (3): 398–406. DOI: 10.1002/ccd.27094
13. Meot M., Lefort B., El Arid J.M., Soulé N., Lothion-Boulanger J., Lengellé F. et al. Intraoperative stenting of pulmonary artery stenosis in children with congenital heart disease. *Ann. Thorac. Surg.* 2017; 104 (1): 190–196. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2016.12.012
14. Angtuaco M.J., Sachdeva R., Jaquiss R.D.B., Morrow W.R., Gossett J.M., Fontenot E., Seib P.M. Long-term outcomes of intraoperative pulmonary artery stent placement for congenital heart disease. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2011; 77 (3): 395–399. DOI: 10.1002/ccd.22797
15. Xu X., Guo Y., Huang M., Fu L., Li F., Zhang H. et al. Stenting of branch pulmonary artery stenosis in children: initial experience and mid-term follow-up of the PUL-Stent. *Heart Vessels.* 2023; 38 (7): 975–983. DOI: 10.1007/s00380-023-02246-9
16. Carrillo S.A., Best C., Hersey D., Texter K., McConnell P.I., Boe B., Galantowicz M. Preemptive stenting of the left pulmonary artery during comprehensive stage 2 procedure

- does not influence Fontan candidacy. *Congenit. Heart Dis.* 2023; 13: 330–343. DOI: 10.1016/j.xjon.2022.11.007
16. Szeliga J., Kołcz J., Piwowarczyk B., Góreczny S. Multimodality imaging and hybrid treatment of pulmonary artery stenosis in a patient with high risk of airway compression. *Kardiologia Pol.* 2023; 81 (11): 1151–1152. DOI: 10.33963/v.kp.97211
17. Haddad R.N., Hascoet S., Karsenty C., Houeijeh A., Baruteau A.E., Ovaert C. et al. Multicentre experience with Optimus balloon-expandable cobalt-chromium stents in congenital heart disease interventions. *Open Heart.* 2023; 10 (1): e002157. DOI: 10.1136/openhrt-2022-002157
18. Пурсанов М.Г., Шаталов К.В., Соболев А.В., Арнаутова И.В., Тимченко Л.И., Атажанов У.У., Зотов Д.В. Интраоперационное стентирование левой легочной артерии при выполнении операций гемодинамической коррекции у больных со сложными врожденными пороками сердца с одножелудочковой гемодинамикой сердца. *Детские болезни сердца и сосудов.* 2017; 14 (3): 166–170. DOI: 10.24022/1810-0686-2017-14-3-166-170
- Pursanov M.G., Shatalov K.V., Sobolev A.V., Arnautova I.V., Timchenko L.I., Atazhanov U., Zotov D.V. Hybrid intraoperative left pulmonary artery stenting during hemodynamic surgery in patients with complex congenital heart defects with one-ventricular hemodynamics of the heart. *Children's Heart and Vascular Diseases.* 2017; 14 (3): 166–170 (in Russ.). DOI: 10.24022/1810-0686-2017-14-3-166-170
19. Подзолков В.П., Петросян К.В., Шаталов К.В., Данилов Т.Ю., Ковалев Д.В., Соболев А.В. и др. Госпитальные результаты гибридного стентирования сужений и гипоплазий легочных артерий при хирургической коррекции сложных врожденных пороков сердца. *Детские болезни сердца и сосудов.* 2024; 21 (3): 222–234. DOI: 10.24022/1810-0686-2024-21-3-222-234
- Podzolkov V.P., Petrosyan K.V., Shatalov K.V., Danilov T.Yu., Kovalev D.V., Sobolev A.V. et al. Hospital results of hybrid stenting of narrowing's and hypoplasia's of the pulmonary arteries during surgical correction of complex congenital heart defects. *Children's Heart and Vascular Diseases.* 2024; 21 (3): 222–234 (in Russ.). DOI: 10.24022/1810-0686-2024-21-3-222-234
20. Дадабаев Ф.М., Петросян К.В., Ким А.И., Соболев А.В., Токарева Е.В., Голухова Е.З. Многоэтапное лечение тетрады Фалло: от паллиативных вмешательств до гибридного бифуркационного Y-стентирования легочной артерии и радикальной коррекции. *Вестник Авиценны.* 2024; 26 (2): 346–354. DOI: 10.25005/2074-0581-2024-26-2-346-354
- Dadabaev F.M., Petrosyan K.V., Kim A.I., Sobolev A.V., Tokareva E.V., Golukhova E.Z. Multi-stage treatment of tetralogy of Fallot: from palliative interventions to hybrid Y-stenting of the pulmonary artery bifurcation stenosis and radical correction (clinical case). *Avicenna Bulletin.* 2024; 26 (2): 346–354 (in Russ.). DOI: 10.25005/2074-0581-2024-26-2-346-354
21. Петросян К.В., Соболев А.В., Данилов Т.Ю., Дадабаев Г.М., Дадабаев Ф.М. Оригинальный гибридный подход при стентировании кондуита между правым желудочком и легочной артерией. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия.* 2023; 65 (2): 230–236. DOI: 10.24022/0236-2791-2023-65-2-230-236
- Petrosyan K.V., Sobolev A.V., Danilov T.Yu., Dadabaev G.M., Dadabaev F.M. An original hybrid approach for stenting the conduit between the right ventricle and the pulmonary artery. *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery.* 2023; 65 (2): 230–236 (in Russ.). DOI: 10.24022/0236-2791-2023-65-2-230-236

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.137-007.271-089.819.1

Отдаленные результаты эндоваскулярного лечения нетромботической и посттромботической венозной обструкции подвздошно-бедренного венозного сегмента

Д.А. Фещенко , К.А. Капериз, Д.К. Васильев, Н.А. Араблинский, М.Т. Талиуридзе, Ф.Б. Шукуров

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

 Фещенко Дарья Анатольевна, мл. науч. сотр., врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, заведующая операционным блоком; orcid.org/0000-0003-3851-4544, e-mail: dasha.feshenko@icloud.com

Капериз Константин Александрович, науч. сотр., врач – сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-8411-8609

Васильев Дмитрий Константинович, канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, руководитель отдела рентгенэндоваскулярной и сердечно-сосудистой хирургии им. проф. В.П. Мазаева; orcid.org/0000-0002-3905-735X

Араблинский Никита Александрович, мл. науч. сотр., врач-кардиолог, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-7294-7274

Талиуридзе Марьям Темуровна, мл. науч. сотр., врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-5341-6275

Шукуров Фирдавс Баходурович, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, руководитель лаборатории интервенционной радиологии; orcid.org/0000-0001-7307-1502

Резюме

Цель исследования – изучить 12-месячные результаты эндоваскулярного стентирования (ЭВС) у пациентов с посттромботической (ПТВО) и нетромботической (НТВО) венозной обструкцией.

Материалы и методы. Водноцентровое проспективное интервенционное исследование, проведенное на базе отделения сосудистой хирургии ФГБУ «НМИЦ ТПМ» Минздрава России в период с 2020 по 2024 г., был включен 71 пациент после успешного ЭВС (44 – в группе ПТВО, 27 – в группе НТВО). Для клинической оценки долгосрочных результатов лечения использовались шкалы rVCSS и Villalta. Первичная проходимость стентированных участков оценивалась с помощью дуплексного сканирования вен через 1, 3, 6 и 12 мес наблюдения.

Результаты. Средний возраст пациентов составил 42 года, большинство из них были женского пола. Пациенты из группы ПТВО были старше ($p=0,046$), чаще страдали сердечно-сосудистой патологией ($p=0,039$), курили ($p=0,01$), имели в анамнезе тромбофилию ($p=0,049$), тромбоэмболию легочной артерии ($p=0,007$) и более тяжелую венозную недостаточность по CEAP ($p=0,031$). Технический успех ЭВС составил 100% в обеих группах; в качестве венозного сосудистого доступа у большинства участников использована бедренная вена, все вмешательства проводились под ВСУЗИ-навигацией, наиболее часто имплантировался WALLSTENT™ (Boston Scientific), при необходимости сочетания различных платформ стентов чаще всего комбинации включали также WALLSTENT™ (Boston Scientific). Все вмешательства прошли без периоперационных осложнений. Через 12 мес проходимость составила 100% (27/27; 95% ДИ 87,2–100,0) в группе НТВО и 88,6% (39/44; 95% ДИ 75,4–96,2) в группе ПТВО (разница рисков = 11,4%, 95% ДИ 1,7–24,5; $p=0,149$). В группе НТВО показатель по шкале rVCSS снизился с $6,3\pm 1,8$ до $2,5\pm 1,8$ балла; $\Delta = -3,9\pm 2,2$ балла ($p<0,001$); в группе ПТВО – с $9,7\pm 3,6$ до $5,8\pm 2,3$ балла; $\Delta = -3,9\pm 4,3$ балла ($p<0,001$). Доля пациентов с улучшением ≥ 2 баллов составила 85,2 и 77,3% соответственно. В группе ПТВО дополнительно оценивалась динамика по шкале Villalta: отмечено снижение с 13,5 [11,3; 16,0] до 4,4 [1,0; 9,8] балла ($\Delta = -8,4$ [-10,3; -5,6] балла; $p<0,001$). К 12-му месяцу 81,8% (95% ДИ 67,3–91,8) имели показатель по шкале Villalta < 10 баллов и 56,8% (95% ДИ 41,0–71,7) – Villalta < 5 баллов.

Закключение. Представленные в настоящей работе результаты показали безопасность и эффективность стентирования подвздошно-бедренного венозного сегмента как в группе НТВО, так и у пациентов с ПТВО. Существенное улучшение клинических симптомов сохранялось в течение 12 мес у большинства пациентов в обеих группах.

Ключевые слова: посттромботическая болезнь, посттромботическая венозная обструкция, нетромботическая венозная обструкция, синдром Мея–Тернера, стентирование подвздошных вен, внутрисосудистое ультразвуковое исследование

Для цитирования: Фещенко Д.А., Капериз К.А., Васильев Д.К., Араблинский Н.А., Талиуридзе М.Т., Шукуров Ф.Б. Отдаленные результаты эндоваскулярного лечения нетромботической и посттромботической венозной обструкции подвздошно-бедренного венозного сегмента. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (4): 498–509. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4-498-509

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 14.10.2025
Принята к печати 09.12.2025

Long-term results of endovascular treatment of non-thrombotic and post-thrombotic venous obstruction of the iliofemoral venous segment

D.A. Feshchenko✉, K.A. Kaperiz, D.K. Vasilev, N.A. Arablinskiy, M.T. Taliuridze, F.B. Shukurov

National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine, Moscow, Russian Federation

✉ **Darya A. Feshchenko**, Junior Researcher, Endovascular Surgeon, Head of the Operating Unit; orcid.org/0000-0003-3851-4544, e-mail: dasha.feshchenko@icloud.com

Konstantin A. Kaperiz, Researcher, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-8411-8609

Dmitriy K. Vasilev, Cand. Med. Sci., Endovascular Surgeon, Head of the Department of Endovascular and Cardiovascular Surgery named after Professor V.P. Mazaev; orcid.org/0000-0002-3905-735X

Nikita A. Arablinskiy, Junior Researcher, Cardiologist, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-7294-7274

Maryam T. Taliuridze, Junior Researcher, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-5341-6275

Firdavs B. Shukurov, Cand. Med. Sci., Senior Researcher, Endovascular Surgeon, Head of the Interventional Radiology Laboratory; orcid.org/0000-0001-7307-1502

Abstract

Objective. To study the 12-month outcomes of endovascular stenting (EVS) in patients with post-thrombotic (PTVO) and non-thrombotic (NTVO) venous obstruction.

Material and methods. Seventy-one patients after successful EVS (44 in the PTVO group, 27 in the NTVO group) were included in a single-center prospective interventional study conducted at the Vascular Surgery Department of the National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine from 2020 to 2024. The rVCSS and Villalta scores were used for clinical evaluation of long-term treatment outcomes. Primary patency of stented sections was assessed using duplex scanning of the veins at 1, 3, 6, and 12 months of follow-up.

Results. The average age of the patients was 42 years; the majority were female. Patients in the PTVO group were older ($p=0.046$), more often suffered from cardiovascular pathology ($p=0.039$), smoked ($p=0.01$), had a history of thrombophilia ($p=0.049$), pulmonary embolism ($p=0.007$) and more severe venous insufficiency according to CEAP ($p=0.031$). The technical success of EVS was 100% in both groups; the femoral vein served as venous vascular access in most participants, all interventions were performed under IVUS navigation, WALLSTENT™ (Boston Scientific) was most often implanted, when a combination of different stent platforms was necessary, most often the combinations also included WALLSTENT™ (Boston Scientific). All interventions were performed without perioperative complications. After 12 months, patency was 100% (27/27; 95% CI 87.2–100.0) in the NTVO group and 88.6% (39/44; 95% CI 75.4–96.2) in the PTVO group (risk difference = 11.4%, 95% CI 1.7 to 24.5; $p=0.149$). In the NTVO group, the decrease in the rVCSS scale was: from 6.3 ± 1.8 to 2.5 ± 1.8 ; $\Delta = -3.9 \pm 2.2$; $p < 0.001$; in the PTVO group: from 9.7 ± 3.6 to 5.8 ± 2.3 ; $\Delta = -3.9 \pm 4.3$; $p < 0.001$. The proportion of patients with an improvement of ≥ 2 points was 85.2% and 77.3%, respectively. In the PTVO group, the dynamics of the Villalta score was additionally assessed: from 13.5 [11.3; 16.0] to 4.4 [1.0; 9.8] ($\Delta = -8.4 [-10.3; -5.6]$; $p < 0.001$). By month 12, 81.8% (95% CI 67.3–91.8) had a Villalta score < 10 and 56.8% (95% CI 41.0–71.7) had a Villalta score < 5 .

Conclusion. The results presented in this study demonstrated the safety and efficacy of iliofemoral venous segment stenting in both the PTVO group and in patients with PTVO. Significant improvement in clinical symptoms was maintained at 12 months in most patients in both groups.

Keywords: postthrombotic disease, postthrombotic venous obstruction, nonthrombotic venous obstruction, May–Thurner syndrome, iliac vein stenting, intravascular ultrasound

For citation: Feshchenko D.A., Kaperiz K.A., Vasilev D.K., Arablinskiy N.A., Taliuridze M.T., Shukurov F.B. Long-term results of endovascular treatment of non-thrombotic and post-thrombotic venous obstruction of the iliofemoral venous segment. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (4): 498–509 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4-498-509

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

Received October 14, 2025
Accepted December 9, 2025

Введение

Хроническая венозная недостаточность – синдром, связанный с нарушением венозного оттока из нижних конечностей вследствие варикозной болезни или посттромботических изменений вен нижних конечностей, а также у ряда больных – вследствие врожденной аномалии [1]. Обструкция на уровне подвздошно-бедренного венозного сегмента может возникнуть в связи с посттромботическими изменениями после тромбоза глубоких вен (ТГВ), а также в случае экстравазальной компрессии, в частности при синдроме Мея–Тернера (СМТ). Так, посттромботическая болезнь (ПТБ) развивается у пациентов, перенесших ТГВ, с частотой до 50% и составляет около 28% всех случаев венозной патологии [2], при этом тяжелые формы заболевания могут наблюдаться у 15% пациентов с формированием трофических венозных язв у 4% пациентов [3]. Частота встречаемости СМТ с клинической манифестацией составляет 2–5% среди всех случаев венозной патологии [4].

Показаниями для хирургической коррекции и улучшения кровотока по венам при ПТБ в настоящее время являются: неэффективность консервативных методов лечения и рецидивирующие осложнения [4]. Для СМТ показания более размытые: отсутствие консенсусных рекомендаций допускает различную трактовку показаний к проведению вмешательств при данной патологии [3]. Однако механическая поддержка с сохранением просвета вены при СМТ патофизиологически способна улучшить венозный отток и позволит уменьшить клинические проявления СМТ. В связи с этим эндоваскулярное стентирование вен (ЭВС) при патологии подвздошно-бедренного венозного сегмента – эффективная и менее инвазивная альтернатива открытому хирургическому вмешательству. Однако в настоящее время данных о долгосрочных результатах ЭВС недостаточно [5]. Так, согласно ряду исследований, ЭВС улучшает как симптоматику – в виде снижения оценки по шкале rVCSS (Revised venous clinical severity score) с 8 до 2 баллов в течение 21 мес [6], так и способствует увеличению частоты заживления трофических венозных язв до 100% с сохранением проходимости целевого сегмента на уровне 67% в течение двухлетнего периода наблюдения [7, 8].

Учитывая все больший интерес к ЭВС при лечении заболеваний вен, крайне важным становится продолжение накопления сведений о кратко- и долгосрочных результатах применения методики при различных патологиях. Кроме того, широкое внедрение методов внутрисосудистой визуализации, в частности внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ), позволит оптимизировать ЭВС и добиться правильного выбора размеров стентов, оптимальной аппозиции и раскрытия стента, что в долгосрочной перспективе может сохранить проходимость целевого венозного сегмента [9].

В настоящей статье представлены результаты ЭВС под контролем ВСУЗИ, проведенного в отделении сосудистой хирургии ФГБУ «НМИЦ ТПМ» Минздрава России в 2020–2024 гг., у пациентов с венозной обструкцией на уровне подвздошно-бедренного венозного сегмента.

Материал и методы

Настоящее исследование представляет собой проспективное одноцентровое интервенционное исследование по типу «до–после» без группы сравнения на базе отделения сосудистой хирургии НМИЦ ТПМ, целью которого было оценить эффективность и безопасность ЭВС подвздошно-бедренного венозного сегмента с применением ВСУЗИ у пациентов с венозной обструкцией различного генеза. Исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации (2013 г.).

В исследование последовательно включались пациенты, перенесшие ЭВС в период с 2020 по 2024 г., которые соответствовали критериям включения: старше 18 лет, с симптомной хронической обструкцией подвздошно-бедренного сегмента нетромботического (НТВО) или посттромботического (ПТВО) происхождения ($\geq C3$ по классификации CEAP). Из исследования исключались пациенты с острым тромбозом < 4 нед, противопоказаниями к назначению антикоагулянтной терапии. Наличие обструкции подтверждалось данными дуплексного ультразвукового исследования, компьютерной томографии или магнитно-резонансной томографии.

Период наблюдения за всеми пациентами составил в среднем 12 мес. На контрольных визитах проводился стандартный флебологи-

ческий осмотр с клинической оценкой участников и проведением дуплексного ультразвукового исследования вен нижних конечностей. Для клинической оценки долгосрочных результатов лечения в настоящей работе использовались шкалы rVCSS и Villalta. Шкала rVCSS является дополнением к классификации CEAP и используется для динамического наблюдения за состоянием пациента, оценивая различные клинические признаки венозной недостаточности с присвоением баллов в зависимости от их выраженности (боль, отек, воспаление, пигментация, количество язв и их размер, использование компрессионной терапии и др.). Суммарный балл отражает тяжесть заболевания. Шкала Villalta используется для определения тяжести ПТБ и оценивает различные клинические признаки и симптомы (наличие боли, судорог, тяжести в ногах, отека, трофических изменений и др.), связанные с ПТБ, с присвоением баллов каждому из них. Затем баллы суммируются для определения общей тяжести состояния.

Для эндоваскулярного вмешательства применялись самораскрывающиеся нитиноловые стенты, предназначенные для венозного сегмента (Venovo™, Bard Medical и Abre™, Medtronic), а также универсальные плетеные стенты, традиционно используемые в венозных вмешательствах (Wallstent™, Boston Scientific). Венозный доступ осуществлялся под ультразвуковым контролем. Морфология поражения оценивалась при помощи цифровой субтракционной венографии и внутрисосудистого ультразвукового исследования с помощью катетера Philips Visions PV™ (0,035"). Имплантация стента выполнялась в соответствии с инструкциями производителя и актуальными действующими экспертными консенсусами по венозному стентированию; пред- и постдилатация выполнялась во всех случаях, диаметр баллонных катетеров подбирался в полном соответствии с диаметром имплантируемых стентов [10].

Во время вмешательства всем пациентам, согласно режиму дозирования, внутривенно вводился гепарин. Послеоперационная антикоагулянтная терапия включала назначение в течение 21 дня после операции парентеральной терапии эноксапарином натрия в лечебной дозировке с последующим переходом на энтеральную терапию прямыми пероральными антикоагулянтами длительно (для группы

ПТВО) или же в течение 3 мес после вмешательства (в группе НТВО).

Накопление, корректировка, систематизация исходной информации и визуализация полученных результатов осуществлялись в электронных таблицах MS Excel 2019. Статистический анализ проводился в программе IBM SPSS Statistics 23 (IBM). Оценка нормальности распределения выполнялась при помощи критерия Шапиро–Уилка. Описание количественных данных представлено в виде медианы и 25 и 75 перцентилей – в случае непараметрического распределения и в виде среднего и стандартного отклонения – в случае нормального распределения. Сравнение количественных признаков между группами было проведено с использованием критерия Манна–Уитни при непараметрическом распределении и при помощи теста Стьюдента при нормальном распределении. Качественные данные представлены в виде абсолютных и относительных величин, сравнение качественных признаков проводилось при помощи точного теста Фишера или критерия χ^2 Пирсона с поправкой на непрерывность. Для оценки связи между изучаемыми параметрами использовалась корреляция Спирмена. Для визуализации частоты развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий проводилась оценка выживаемости с использованием статистики log-rank. Статистически значимыми считали различия при значениях двустороннего $p < 0,05$.

Результаты

В настоящее исследование включен 71 пациент: 44 – с диагнозом ПТВО, 27 – с НТВО на уровне подвздошно-бедренного сегмента. Средний возраст участников исследования составил 42 года, большинство пациентов были женского пола (табл. 1). При подгрупповом анализе был выявлен ряд существенных межгрупповых различий. Так, пациенты с ПТВО были старше ($p = 0,046$), чаще страдали сердечно-сосудистой патологией ($p = 0,039$), курили ($p = 0,01$), имели в анамнезе тромбофилию ($p = 0,049$) и тромбоз эмболию легочной артерии ($p = 0,007$). Кроме того, клиническая картина венозной обструкции (класс по CEAP) была тяжелее именно у пациентов с ПТБ, что также наглядно продемонстрировано в таблице 1.

Таблица 1

Клинико-анамнестическая характеристика участников исследования

Параметр	Вся группа (n = 71)	НТВО (n = 27)	ПТВО (n = 44)	P
Возраст, лет	42 (36; 55)	38,0 (31,5; 44,0)	46,5 (39,0; 58,5)	0,046
Пол, мужской/женский	25 (35,2) / 46 (64,8)	9 (33,3) / 18 (66,7)	16 (36,4) / 28 (63,6)	0,867
ИМТ, кг/м ²	26 (24; 29)	25,9 (23,8; 28,4)	26,0 (24,4; 29,4)	0,452
ССЗ	13 (18,3)	3 (11,1)	10 (22,7)	0,039
СД	4 (5,6)	1 (3,7)	3 (6,8)	0,783
Курение	11 (15,5)	2 (7,4)	9 (20,5)	0,01
ХБП	2 (2,8)	0 (0)	2 (4,5)	–
Тромбофилия	4 (5,6)	1 (3,7)	3 (6,8)	0,049
ТЭЛА в анамнезе	7 (9,8)	1 (3,7)	6 (13,6)	0,007
Онкология	4 (5,6)	1 (3,7)	3 (6,8)	0,559
СЕАР, класс				
6	1 (1,4)	–	1 (2,3)	0,031
5	5 (7,0)	1 (3,7)	4 (9,1)	
4	18 (25,4)	4 (14,8)	14 (31,8)	
3	47 (66,2)	22 (81,5)	25 (56,8)	

Примечания. Данные представлены в виде Ме (25; 75) и n (%).

ИМТ – индекс массы тела; ССЗ – сердечно-сосудистые заболевания; СД – сахарный диабет; ХБП – хроническая болезнь почек; ТЭЛА – тромбоэмболия легочной артерии.

Детальное описание характера обструкции подвздошно-бедренного сегмента участников исследования представлено в таблице 2. Так, в группе НТВО отмечалось наличие всего одного типа поражения – на уровне общей подвздошной вены, что объясняется характером группы, в которую включались пациенты с манифестирующим СМТ. Стенозирование подвздошно-бедренного сегмента у пациентов данной группы диктовало необходимость стентирования (у 100% участников) с имплантацией в подавляющем большинстве случаев одного короткого периферического стента. У пациентов из группы ПТВО, напротив, характер поражений широко охватывал зону от нижней полой до общей бедренной вен; при этом гораздо чаще встречались окклюзии, требовавшие большего числа стентов и, соответственно, более длительных вмешательств для проведения реканализации и последующего стентирования (см. табл. 2). Несмотря на это, стоит заметить, что технический успех ЭВС составил 100% в обеих группах. В качестве венозного сосудистого доступа у большинства участников использовалась бедренная вена, все вмешательства проводились под ВСУЗИ-навигацией (предварительная оценка поражения и диаметра вены, определение целевых зон приземления стентов, контроль ап-

позиции стента); наиболее часто используемым стентом оказался саморасширяющийся венозный Wallstent (Boston Scientific), при необходимости сочетания различных платформ стентов чаще всего комбинации включали также Wallstent (рис. 1). Комбинация стентов различных платформ в большинстве случаев была обусловлена экономической составляющей. В зоне максимальной компрессии предпочтение отдавалось специальным венозным стентам. Все вмешательства прошли без периоперационных осложнений.

За время исследования ни один участник не выбыл из наблюдения. Динамика по обеим шкалам представлена на рисунках 2–4. Оценка по шкале rVCSS была достоверно лучше после эндоваскулярного лечения равноценно в обеих группах ($p < 0,001$) (см. рис. 2). В группе НТВО показатель снизился с $6,3 \pm 1,8$ до $2,5 \pm 1,8$ балла; $\Delta = -3,9 \pm 2,2$ ($p < 0,001$); в группе ПТВО – с $9,7 \pm 3,6$ до $5,8 \pm 2,3$ балла; $\Delta = -3,9 \pm 4,3$ ($p < 0,001$). Доля пациентов с улучшением ≥ 2 баллов составила 85,2 и 77,3% соответственно (см. рис. 3).

В группе ПТВО дополнительно оценивалась динамика по шкале Villalta: отмечено снижение с 13,5 [11,3; 16,0] до 4,4 [1,0; 9,8] балла ($\Delta = -8,4$ [–10,3; –5,6] балла; $p < 0,001$). К 12-му месяцу 81,8% пациентов (95% ДИ

Таблица 2

Периоперационная характеристика участников исследования

Параметр	Вся группа (n = 71)	НТВО (n = 27)	ПТВО (n = 44)	P
Локализация поражения:				
ОПВ	37 (52,1)	27 (100)	10 (22,7)	0,001
НарПВ	1 (1,4)	–	1 (2,3)	
ОБВ	5 (7,0)	–	5 (11,4)	
ОПВ + НарПВ	7 (9,8)	–	7 (15,9)	
ОПВ + НарПВ + ОБВ	14 (19,7)	–	14 (31,8)	
НарПВ + ОБВ	4 (5,7)	–	4 (9,1)	
илеокавальный сегмент	3 (4,3)	–	3 (6,8)	
Характер поражения:				
стеноз	41 (57,7)	27 (100)	14 (31,8)	0,001
окклюзия	30 (42,3)	–	30 (68,2)	
Технический успех, %	100	100	100	–
Общее время операции, мин	105 (85; 163)	100 (68; 110)	130 (102; 180)	0,004
Доза РКВ, мл	100 (80; 120)	80 (60; 100)	100 (80; 120)	0,131
Доступ:				
БВ	71 (100)	27 (100)	44 (100)	0,275
Дополнительный доступ (% от участников группы):				
БВ	21 (29,6)	9 (33,3)	12 (27,3)	
ПлВ	6 (8,5)	3 (11,1)	3 (6,8)	
кубитальная вена	4 (5,6)	2 (7,4)	2 (4,4)	
ВЯВ	4 (5,6)	–	4 (9,1)	
ЗББВ	2 (2,8)	–	2 (4,4)	
Тип стента*:				
Wallstent™	69 (73,4)	19 (67,8)	50 (75,8)	0,423
Abre™	22 (23,4)	7 (25,0)	15 (22,7)	
Venovo™	3 (3,2)	2 (7,2)	1 (1,5)	
Количество стентов на одного пациента:				
1	33	26	7	0,001
2	18	1	17	
3	4	–	4	
более 3	3	–	3	
Длина стентированного сегмента, мм	180 (90; 210)	90 (80; 100)	180 (90; 210)	0,035

Примечания. Данные представлены в виде n (%) и Me (25; 75).

ОПВ – общая подвздошная вена; НарПВ – наружная подвздошная вена; ОБВ – общая бедренная вена; РКВ – рентгеноконтрастное вещество; БВ – бедренная вена; ПлВ – плечевая вена; ВЯВ – внутренняя яремная вена; ЗББВ – задняя большеберцовая вена.

* Процент посчитан от общего числа имплантированных стентов.

67,3–91,8) имели показатель по Villalta <10 баллов и 56,8% (95% ДИ 41,0–71,7) – менее 5 баллов (см. рис. 4).

Через 12 мес первичная проходимость составила 100% (27/27; 95% ДИ 87,2–100,0) в группе НТВО и 88,6% (39/44; 95% ДИ 75,4–96,2) – в группе ПТВО (разница рисков = 11,4%, 95% ДИ 1,7–24,5; p=0,149).

В группе ПТВО окклюзия стентированного сегмента была зарегистрирована у 5 паци-

ентов, что составило 11% от всех случаев ПТВО. У трёх пациентов ретроспективно диагностирован ранее не выявленный антифосфолипидный синдром (АФС), ещё один пациент на ранних сроках самостоятельно прекратил приём антикоагулянтной терапии. В одном случае причиной окклюзии послужило анатомически неблагоприятное расположение дистальной зоны приземления плетёного стента в общей бедренной вене, что привело

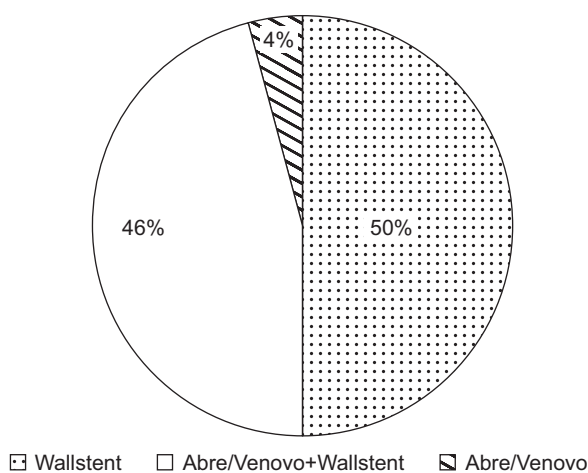


Рис. 1. Комбинации стентов в случае имплантации нескольких стентов одному пациенту

к смещению его дистального конца в область устья большой подкожной вены и формированию значимого препятствия венозному оттоку.

Обсуждение

Согласно ряду консенсусных документов, ЭВС подвздошно-бедренного венозного сегмента считается эффективной и безопасной альтернативой открытому хирургическому вмешательству при соблюдении ряда периоперационных требований [10–12]. К сожалению, в настоящее время преимущества данной методики не до конца оценены в рандомизированных исследованиях, в связи с чем продолжается активное изучение проблемы ведения

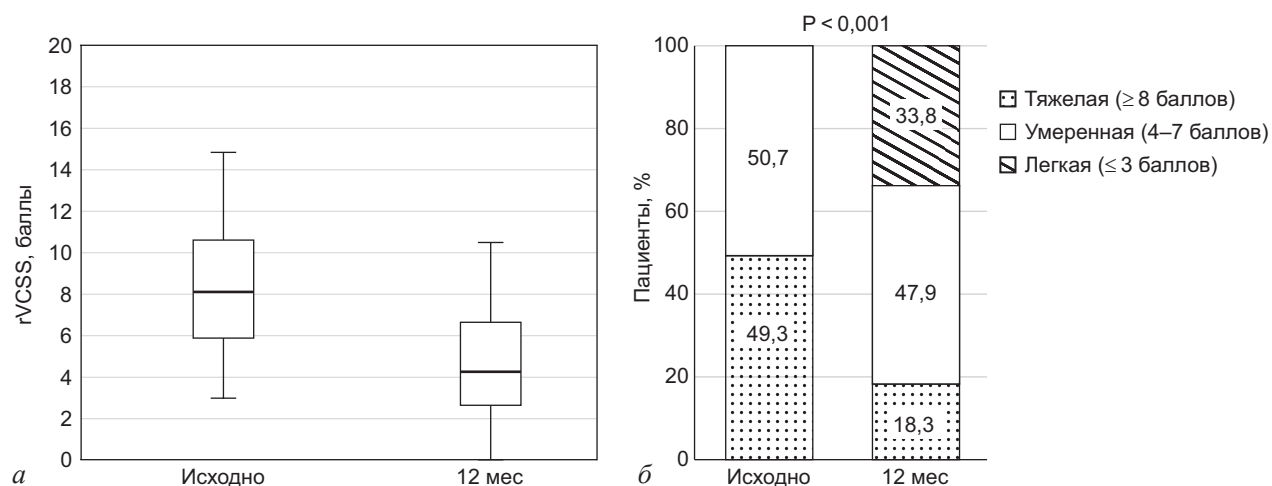


Рис. 2. Значения по шкале rVCSS для общей группы пациентов в динамике (данные представлены в виде box-plot с максимальным и минимальным значением; 25–75 процентилями и медианой) (а) и совместная динамика распределения когорты пациентов по rVCSS (б)

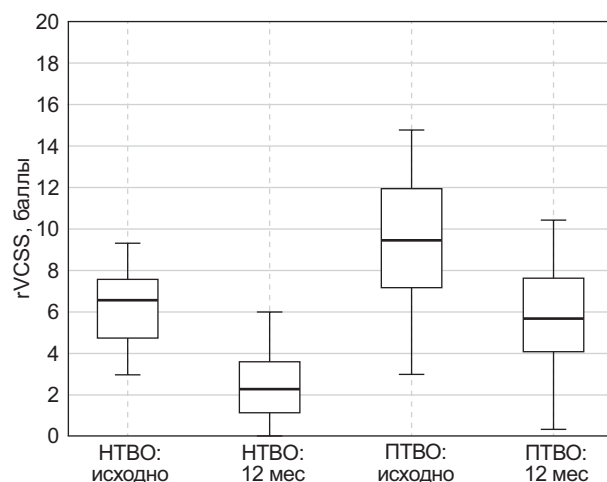


Рис. 3. Значения по шкале rVCSS исходно и через 12 мес (по группам). Данные представлены в виде box-plot с максимальным и минимальным значением; 25–75 процентилем и медианой

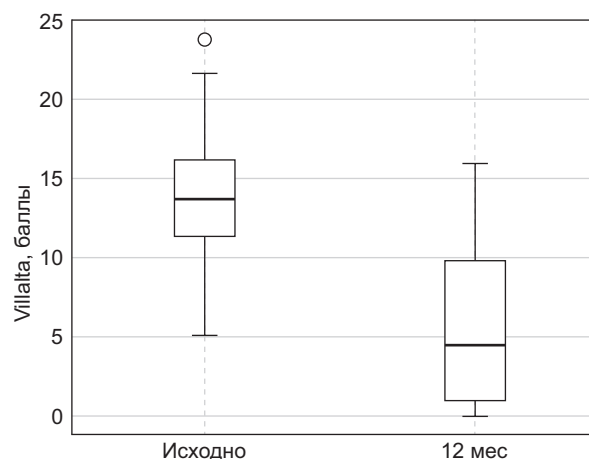


Рис. 4. Значения по шкале Villalta исходно и через 12 мес (группа ПТВО). Данные представлены в виде box-plot с максимальным и минимальным значением; 25–75 процентилем и медианой

пациентов с ПТВО и СМТ и определения показаний к тому или иному виду хирургического лечения [13]. Тем не менее коллеги из Швейцарии считают, что ЭВС при хронической подвздошно-бедренной венозной обструкции способно помочь отдельным пациентам при тщательном их отборе и оптимизации как консервативной терапии, так и самого вмешательства ЭВС. Согласно рекомендациям американских коллег, использование ВСУЗИ способно оптимизировать процедуру за счет уточнения характера поражения, подбора оптимального стента по размеру целевого сосуда, минимизации введения контрастного вещества и достижения оптимальной аппозиции с решением вопроса о необходимости проведения постдилатации [14]. Таким образом, ЭВС, вероятно, станет ключевым методом лечения хронической (тромботической или нетромботической) венозной недостаточности благодаря использованию ВСУЗИ и новых технологических достижений в виде совершенствования венозных стентов.

Представленные в настоящей работе результаты показали безопасность и эффективность стентирования подвздошно-бедренного венозного сегмента как в группе НТВО, так и у пациентов с ПТВО, что соотносится с результатами отечественных [15] и зарубежных [16] коллег. Существенное улучшение клинических симптомов (снижение rVCSS на 2 балла) сохранялось в течение 12 мес у большинства пациентов в обеих группах.

В настоящее время в арсенале интервенционных специалистов доступны как периферические стенты универсального профиля (например, WallstentTM), так и специальные венозные стенты (AbreTM, VenovoTM и др.). По данным крупных метаанализов, существенных различий в клинических исходах при использовании тех или иных платформ стентов выявлено не было. Так, по данным метаанализа, включающего 1688 пациентов, которым были имплантированы венозные стенты, через 12 мес первичная проходимость составила от 59 до 94%, а вторичная – от 87 до 100% [17]. Суммарная первичная и вторичная проходимость стента через 12 мес составила 74,0 и 90,4% соответственно. Частота крупных и мелких кровотечений составила 1,9 и 4,7% соответственно; осложнения, связанные с кровотечением, чаще встречались у пациентов, перенесших гибридные вмешательства. В ме-

таанализе, включающем 5154 пациента, которым в подавляющем большинстве случаев был имплантирован WallstentTM, первичная и кумулятивная проходимость через 1 год составила: для группы НТВО – 96 и 100%, для группы ПТВО – 77 и 94% соответственно [18].

В нашей когорте пациентов 11% случаев окклюзии стентов в группе ПТВО были ассоциированы с ранее не диагностированным АФС, что подчёркивает клиническую значимость его своевременного выявления. Согласно современным консенсусам [12], наличие приобретённых тромбофилий, включая АФС, является ключевым фактором, определяющим тактику антитромботической терапии и длительность антикоагулянтной терапии после стентирования. При этом у пациентов с АФС предпочтение следует отдавать антагонистам витамина К, поскольку эффективность ПОАК в этой группе остаётся сомнительной и, по данным ряда исследований, не обеспечивает эквивалентной профилактики рецидивирующих тромбозов [19, 20].

Таким образом, включение рутинного обследования на АФС в предоперационный алгоритм у пациентов с посттромботической обструкцией представляется обоснованным и позволяет индивидуализировать стратегию антикоагулянтной терапии, снижая риск тромбоза стентов и улучшая долгосрочные результаты вмешательства.

Применение ВСУЗИ позволяет получить ряд важных сведений: об истинном диаметре вены для подбора стента оптимального диаметра, о морфологии венозного поражения, целевых зонах приземления стента, а также дает возможность провести интраоперационный контроль имплантации стента для достижения его аппозиции и улучшения прогноза долгосрочной проходимости. В нашем исследовании использование ВСУЗИ во всех случаях могло быть одним из факторов, способствовавших высокой проходимости и низкой частоте рестеноза. В качестве примеров целесообразности использования ВСУЗИ представляем по одному клиническому случаю из каждой группы.

Информированное согласие пациентов, представленных в качестве клинических примеров, на публикацию своих данных получено 16.06.2025 г.

Пациентка С., 49 лет, с клиникой левостороннего варикозного расширения вен, оте-

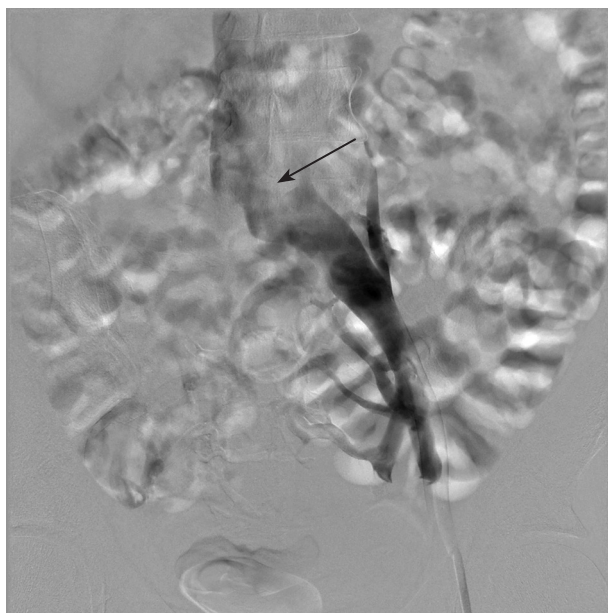


Рис. 5. Пациентка С.: стеноз левого подвздошно-бедренного венозного сегмента за счет экстравазальной компрессии (стрелка)

ком левой нижней конечности и болью в паховой области при незначительной физической нагрузке. По данным МСКТ-флебографии: сужение левой ОПВ на уровне правой общей подвздошной артерии, СМТ. Флебография представлена на рисунке 5: отмечается стеноз левого подвздошно-бедренного венозного сегмента с наличием артериовенозного конфликта, подтвержденного по результатам ВСУЗИ



Рис. 7. Пациентка С.: удовлетворительный ангиографический результат после стентирования и постдилатации

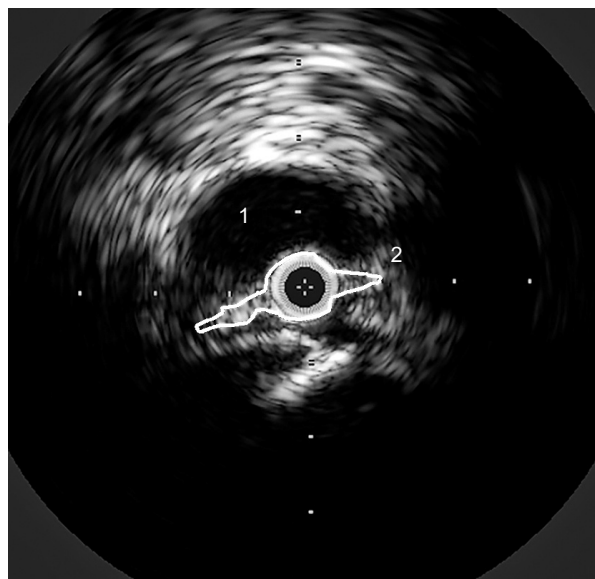


Рис. 6. Пациентка С.: артериовенозный конфликт, подтвержденный по данным ВСУЗИ. Просвет вены (выделен линией – 2) стенозирован за счет экстравазальной компрессии артерией (1)

(рис. 6). Пациентке выполнены преддилатация баллонным катетером Atlas™ (Bard) 18 мм, стентирование левой ОПВ стентом Abre™ 18×80 мм с постдилатацией тем же баллонным катетером для оптимальной аппозиции стента. На контрольных флебографии (рис. 7) и ВСУЗИ (рис. 8) – удовлетворительный результат: стент раскрыт, пристеночных включений нет.

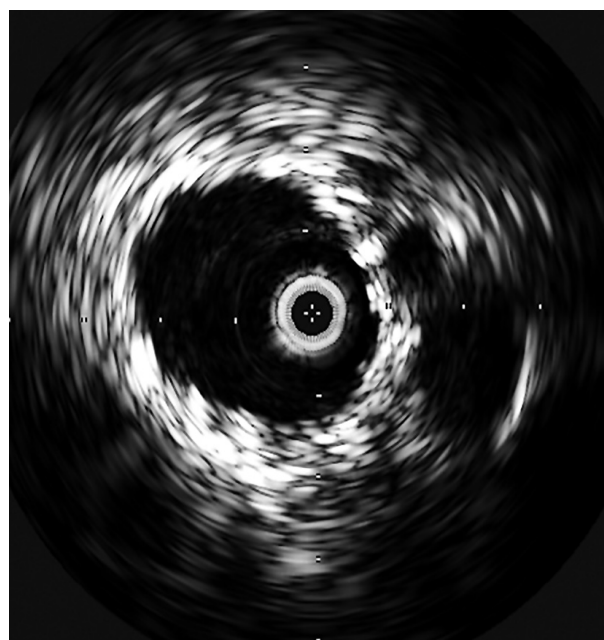


Рис. 8. Пациентка С.: финальное ВСУЗИ. Оптимальная аппозиция стента

Пациент С., 41 год, в течение нескольких лет отмечает варикозное расширение вен нижних конечностей, в последний год присоединение отеков, не регрессирующих полностью за время ночного сна, а также болевого синдрома и судорог нижних конечностей. По данным МСКТ-флебографии: окклюзия НарПВ и частичная реканализация ОБВ. Флебография представлена на рисунке 9: окклюзия левой НарПВ, 80% стеноз ОБВ с коллатеральным кровотоком через левую ВнПВ. Исходные данные ВСУЗИ пациента С. представлены на рисунке 10. Пациенту выполнена реканализация окклюзии левого подвздошно-бедренного венозного сегмента с баллонной ангиопластикой и стентированием (Abre™ 16×80 мм и Wallstent™ 14×90 мм) под контролем ВСУЗИ, с удовлетворительным результатом по данным ангиографии (рис. 11) и ВСУЗИ (рис. 12).

В представленных клинических примерах использование ВСУЗИ позволило подобрать стент оптимального диаметра, обеспечить его полную аппозицию и раскрытие, что помогло улучшить долгосрочный прогноз проходимости венозного сегмента за счет снижения рисков тромбоза и рестеноза при наличии неадекватного раскрытия стента с последующим локальным нарушением кровотока.

Настоящее исследование имеет ряд ограничений. Во-первых, оно выполнено в одноцентровом формате и включает ограниченное число пациентов, что снижает обобщаемость выводов. Во-вторых, дизайн исследования не

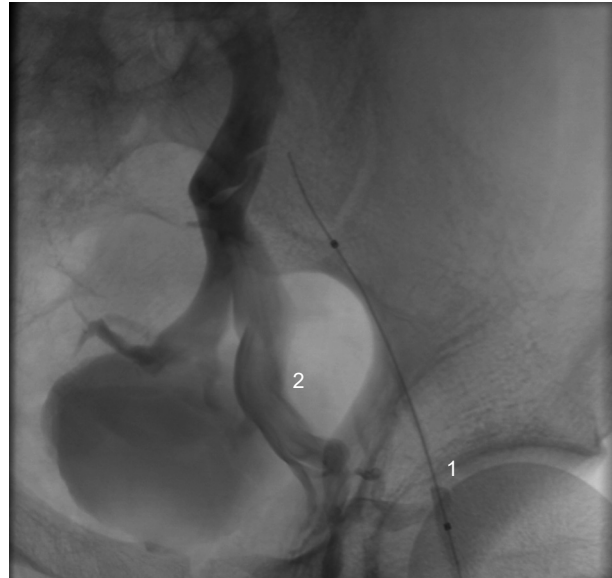


Рис. 9. Пациент С.: окклюзия левой НарПВ (1) с коллатеральным кровотоком через левую ВнПВ (2)

предусматривал рандомизации и сравнения с контрольной группой, что не позволяет окончательно исключить влияние смешивающих факторов. В-третьих, в нашей когорте применялись разные типы стентов (Venovo™, Abre™, Wallstent™), что могло повлиять на исходы в силу различий в конструкции и механических характеристиках устройств. Кроме того, срок наблюдения составил 12 мес, что не позволяет судить о долгосрочной проходимости и клинической эффективности вмешательств. Наконец, антикоагулянтная терапия подбиралась без учета обязательного обследования

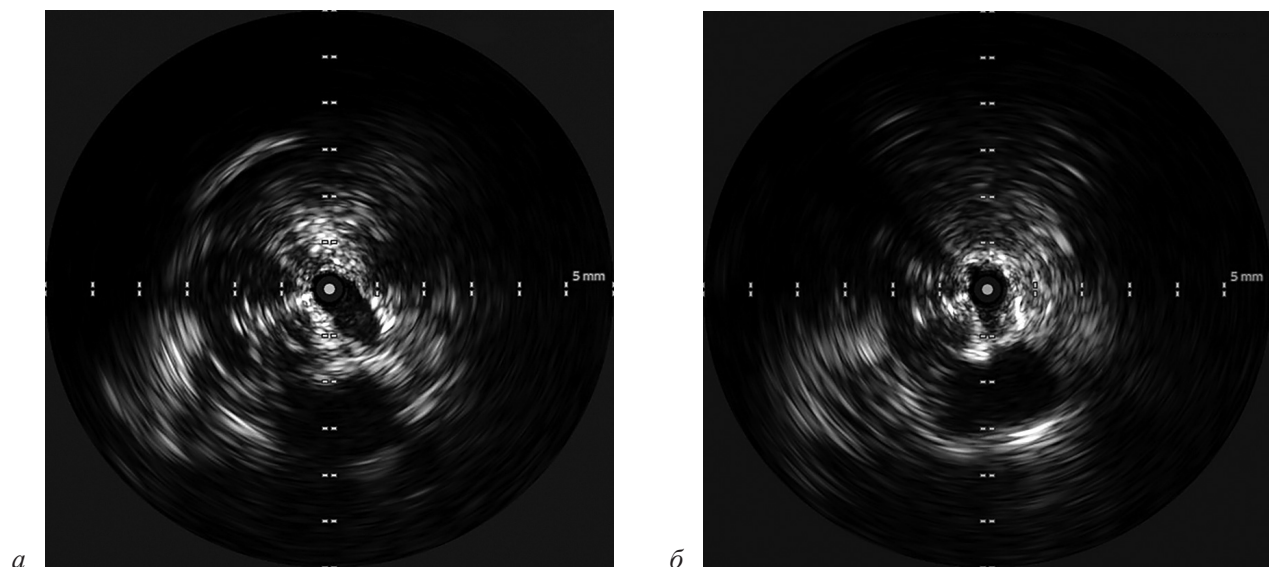


Рис. 10. Пациент С.: ВСУЗИ после предилатации баллонным катетером 8 мм: субтотальное поражение левой НарПВ, просвет стенозирован за счет фиброзной трансформации сосудистой стенки и синехий, датчик практически полностью занимает весь свободный просвет вены (а, б)

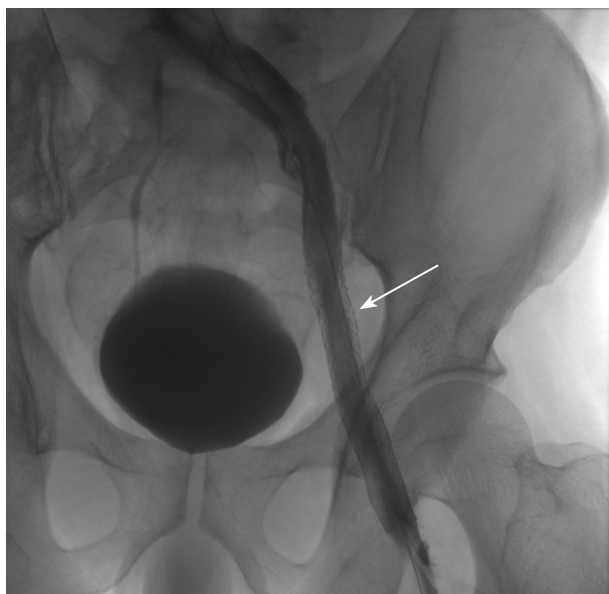


Рис. 11. Пациент С.: удовлетворительный финальный ангиографический результат реканализации и стентирования (стентированный участок отмечен стрелкой) левого подвздошно-бедренного венозного сегмента. Коллатеральный кровоток через систему ВнПВ более не наблюдается

на выявление антифосфолипидного синдрома, что также могло повлиять на риск тромбоза стентов.

Заключение

Представленные в настоящей работе результаты свидетельствуют о безопасности и эффективности стентирования подвздошно-бедренного венозного сегмента как в груп-

пе НТВО, так и у пациентов с ПТВО. Существенное улучшение клинических симптомов сохранялось в течение 12 мес у большинства пациентов в обеих группах.

Литература/References

1. Шуликовская И.В. Посттромбофлебитическая болезнь: этиопатогенез, клиника, диагностика, лечение (обзор литературы). *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. 2010; 6-1 (76): 241–248. Shulikovskaya I.V. Postthrombotic disease: ethiopathogenesis, clinical finding, diagnostics, treatment (Review of literature). *Acta Biomedica Scientifica*. 2010; 6-1 (76): 241–248 (in Russ.).
2. Khanna A.K., Singh S. Postthrombotic syndrome: surgical possibilities. *Thrombosis*. 2012; 2012: 520604. DOI: 10.1155/2012/520604
3. Стойко Ю.М., Кириенко А.И., Затевахин И.И., Покровский А.В., Карпенко А.А., Золотухин И.А. и др. Российские клинические рекомендации по диагностике и лечению хронических заболеваний вен. *Флебология*. 2018; 12 (3): 146–240. DOI: 10.17116/flebo20187031146 Stoyko Yu.M., Kirienko A.I., Zatevakhin I.I., Pokrovskiy A.V., Karpenko A.A., Zolotukhin I.A. et al. Diagnostics and treatment of chronic venous disease: guidelines of Russian Phlebological Association. *Flebologiya*. 2018; 12 (3): 146–240 (in Russ.).
4. Ахметзянов Р.В., Игнатьев И.М., Бредихин Р.А., Евсеева В.В., Камалтдинов Р.Р. Синдром Мея–Тернера: современный взгляд на проблему. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2023; 29 (1): 150–161. DOI: 10.33029/1027-6661-2023-29-1-150-161 Akhmetzyanov R.V., Ignatyev I.M., Bredikhin R.A., Evseeva V.V., Kamaltdinov R.R. May–Turner syndrome: a modern view on the problem. *Angiology and Vascular Surgery*. 2023; 29 (1): 150–161 (in Russ.). DOI: 10.33029/1027-6661-2023-29-1-150-161
5. Seager M.J., Busuttill A., Dharmarajah B., Davies A.H. Editor's choice – a systematic review of endovenous

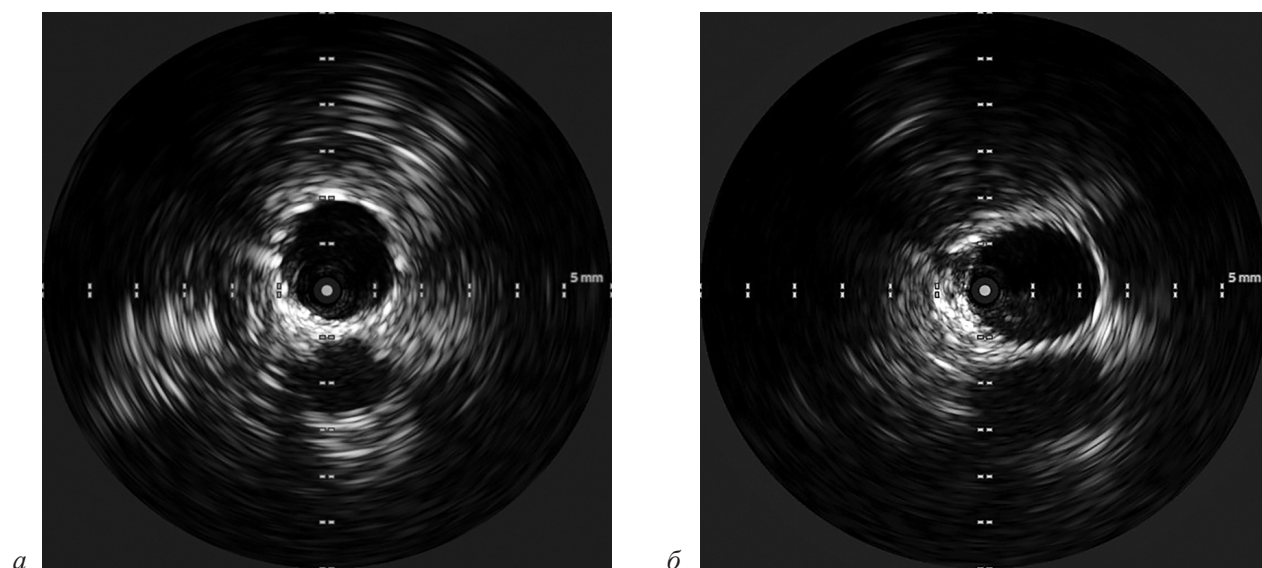


Рис. 12. Пациент С., финальное ВСУЗИ: оптимальная аппозиция стента, просвет вены проходим (а, б)

- stenting in chronic venous disease secondary to iliac vein obstruction. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2016; 51 (1): 100–120. DOI: 10.1016/j.ejvs.2015.09.002
6. Blanch Alerany M., Izquierdo Lamoca L.M., Ramirez Ortega M., Lago Rivas I., Zotta Desboeufs R., Stefanov Kiuri S. Endovascular treatment of iliofemoral chronic post-thrombotic venous flow obstruction. *J. Vasc. Surg. Venous Lymphat. Disord.* 2014; 2 (1): 2–7. DOI: 10.1016/j.jvsv.2013.07.003
 7. Catarinella F.S., Nieman F.H., de Wolf M.A., Cha Wittens. Quality-of-life in interventional treated patients with post-thrombotic syndrome. *Phlebology.* 2015; 30 (1 Suppl.): 89–94. DOI: 10.1177/0268355515569431
 8. Stuck A.K., Reich T., Engelberger R.P., Sebastian T., Kucher N. Endovascular treatment of post-thrombotic and non-thrombotic iliofemoral venous outflow obstructions with self-expanding nitinol stents. *Vasa.* 2018; 47 (4): 319–325. DOI: 10.1024/0301-1526/a000697
 9. Neglén P., Raju S. Intravascular ultrasound scan evaluation of the obstructed vein. *J. Vasc. Surg.* 2002; 35 (4): 694–700. DOI: 10.1067/mva.2002.121127
 10. Лобастов К.В., Бондарчук Д.В., Борсук Д.А., Бредихин Р.А., Букина О.В., Панков А.С. и др. Диагностика и лечение хронической венозной обструкции: согласованное мнение российских экспертов. *Хирург.* 2020; 5-6. DOI: 10.33920/med-15-2003-01
Lobastov K.V., Bondarchuk D.V., Borsuk D.A., Bredikhin R.A., Bukina O.V., Pankov A.S. et al. Diagnosis and treatment of chronic venous obstruction: consensus statement of the Russian experts. *Surgeon.* 2020; 5-6 (in Russ.). DOI: 10.33920/med-15-2003-01
 11. Vedantham S., Weinberg I., Desai K.R., Winokur R., Kolli K.P., Patel S. et al. Society of interventional radiology position statement on the management of chronic iliofemoral venous obstruction with endovascular placement of metallic stents. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2023; 34 (10): 1643–1657.e6. DOI: 10.1016/j.jvir.2023.06.013
 12. Desai K.R., Sabri S.S., Elias S., Gagne P.J., Garcia M.J., Gibson K. et al. Consensus statement on the management of nonthrombotic iliac vein lesions from the VIVA foundation, the American Venous Forum, and the American Vein and Lymphatic Society. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2024; 17 (8): e014160. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.124.014160
 13. Taha M.A.H., Busuttill A., Bootun R., Thabet B.A.H., Badawy A.E.H., Hassan H.A. et al. A clinical guide to deep venous stenting for chronic iliofemoral venous obstruction. *J. Vasc. Surg. Venous Lymphat. Disord.* 2022; 10 (1): 258–266.e1. DOI: 10.1016/j.jvsv.2020.12.087
 14. Secemsky E.A., Aronow H.D., Kwolek C.J., Meissner M., Muck P.E., Parikh S.A. et al. Intravascular ultrasound use in peripheral arterial and deep venous interventions: multidisciplinary expert opinion from SCAI/AVF/AVLS/SIR/SVM/SVS. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2024; 35 (3): 335–348. DOI: 10.1016/j.jvir.2023.11.006
 15. Бояринцев В.В., Баринов Е.В., Панков А.С., Баринов В.Е., Базарова М.Б., Журавлев С.В. и др. Влияние сроков стентирования на состояние клапанного аппарата вен нижних конечностей, частоту и тяжесть развития пост-тромботической болезни. *Российский медико-биологический вестник им. акад. И.П. Павлова.* 2024; 32 (2): 235–242. DOI: 10.17816/PAVLOVJ630006
Boyartintsev V.V., Barinov E.V., Pankov A.S., Barinov V.E., Bazarova M.B., Zhuravlev S.V. et al. Influence of timing of stenting on condition of venous valves of lower extremities, frequency and severity of development of post-thrombotic disease. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald.* 2024; 32 (2): 235–242 (in Russ.). DOI: 10.17816/PAVLOVJ630006
 16. Lichtenberg M.K., Stahlhoff W.F., Stahlhoff S., Özkapi A., Breuckmann F., de Graaf R. Venous stent for treatment of non-thrombotic or post-thrombotic iliac vein lesions – long-term efficacy and safety results from the Arnsberg venous registry. *Vasa.* 2021; 50 (1): 52–58. DOI: 10.1024/0301-1526/a000893
 17. Badesha A.S., Bains P.R.S., Bains B.R.S., Khan T. A systematic review and meta-analysis of the treatment of obstructive chronic deep venous disease using dedicated venous stents. *J. Vasc. Surg. Ven. Lymph. Dis.* 2022; 10 (1): 267–282.e4. DOI: 10.1016/j.jvsv.2021.04.014
 18. Majeed G.M., Lodhia K., Carter J., Kingdon J., Morris R.I., Gwozdz A. et al. A systematic review and meta-analysis of 12-month patency after intervention for iliofemoral obstruction using dedicated or non-dedicated venous stents. *J. Endovasc. Ther.* 2022; 29 (3): 478–492. DOI: 10.1177/15266028211057085
 19. Tektonidou M.G., Andreoli L., Limper M., Amoura Z., Cervera R., Costedoat-Chalumeau N. et al. EULAR recommendations for the management of antiphospholipid syndrome in adults. *Ann. Rheumat. Dis.* 2019; 78: 1296–1304. DOI: 10.1136/annrheumdis-2019-215213
 20. Zuily S., Cohen H., Isenberg D., Woller S.C., Crowther M., Dufrost V. et al. Use of direct oral anticoagulants in patients with thrombotic antiphospholipid syndrome: guidance from the Scientific and Standardization Committee of the International Society on Thrombosis and Haemostasis. *J. Thromb. Haemost.* 2020; 18 (9): 2126–2137. DOI: 10.1111/jth.14935

Клинические наблюдения

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.126.42-089.28

Транскатетерная имплантация клапана Mynval THV в митральную позицию при дисфункции биологического протеза по методике клапан в клапан: первый опыт

С.М. Селютин, М.С. Аннаев [✉], Е.В. Степанов, А.А. Фургал, Г.А. Шергин, Л.Н. Полькина, Д.О. Попова

Медицинский комплекс ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Российская Федерация

Селютин Сергей Маркович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-3803-413X

[✉] **Аннаев Мейлис Сердарович**, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0001-9911-3117, e-mail: dr.meylis.card@gmail.com

Степанов Евгений Викторович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-1721-7436

Фургал Алексей Александрович, заведующий отделением (центром) кардиохирургии и сосудистой хирургии; orcid.org/0000-0003-2228-9426

Шергин Геннадий Альфредович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0009-0009-9237-7545

Полькина Лариса Николаевна, врач-кардиолог; orcid.org/0009-0005-1498-6354

Попова Дарья Олеговна, ординатор; orcid.org/0009-0001-3162-6933

Резюме

Рост дегенеративных поражений митрального клапана и высокая частота дисфункции биопротезов диктуют необходимость разработки малоинвазивных методов, альтернативных повторным открытым операциям. Перспективным направлением является транскатетерная имплантация клапанов по методике клапан в клапан, особенно для пациентов с высоким хирургическим риском.

В работе представлен клинический случай транскатетерной трансспентальной имплантации клапана Mynval THV в митральную позицию 76-летнему пациенту с дисфункцией биопротеза и высоким хирургическим риском (EuroSCORE II – 9,87%). Интраоперационно достигнуто значительное улучшение гемодинамики: транспротезная регургитация снизилась с 3–4 до 0–1 степени, максимальный/средний градиенты давления уменьшились с 23/8 до 17/6 мм рт. ст., площадь открытия клапана увеличилась с 1,6 до 2,0 см². В раннем послеоперационном периоде зафиксировано снижение систолического давления в легочной артерии с 75 до 40 мм рт. ст. и уменьшение трикуспидальной регургитации с III до II степени. Пациент выписан на 8-е сутки в удовлетворительном состоянии, с повышением толерантности к нагрузкам и исчезновением одышки.

Полученные данные подтверждают потенциал метода клапан в клапан как альтернативы рестернотомии у пациентов с высоким хирургическим риском. Применение Mynval THV в митральной позиции продемонстрировало высокую эффективность, улучшив гемодинамику и качество жизни пациента, что открывает перспективы для расширения использования транскатетерных технологий в кардиохирургии. Минимальная инвазивность, сокращение сроков госпитализации и реабилитации определяют преимущества процедуры. Однако отсутствие долгосрочных данных требует дальнейших исследований для стандартизации протоколов и оценки отдаленных исходов.

Ключевые слова: митральный клапан, митральная регургитация, митральный клапан в клапане, транскатетерная замена митрального клапана

Для цитирования: Селютин С.М., Аннаев М.С., Степанов Е.В., Фургал А.А., Шергин Г.А., Полькина Л.Н., Попова Д.О. Транскатетерная имплантация клапана Mynval THV в митральную позицию при дисфункции биологического протеза по методике клапан в клапан: первый опыт. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (4): 510–516. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4-510-516

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности. Авторы выражают благодарность команде кардиохирургов, анестезиологов и медицинского персонала МК ДВФУ за профессионализм и слаженную работу при выполнении процедуры.

Поступила 26.09.2025
Принята к печати 19.11.2025

Transcatheter implantation of the Myval THV valve in the mitral position in case of biological prosthesis dysfunction using the valve-in-valve method: first experience

S.M. Selyutin, M.S. Annaev✉, E.V. Stepanov, A.A. Furgal, G.A. Shergin, L.N. Polkina, D.O. Popova

Medical Complex of the Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russian Federation

Sergey M. Selyutin, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-3803-413X

✉ Meylis S. Annaev, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-9911-3117, e-mail: dr.meylis.card@gmail.com

Evgeniy V. Stepanov, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-1721-7436

Aleksey A. Furgal, Head of the Department (Center) of Cardiac Surgery and Vascular Surgery; orcid.org/0000-0003-2228-9426

Gennadiy A. Shergin, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0009-9237-7545

Larisa N. Polkina, Cardiologist; orcid.org/0009-0005-1498-6354

Darya O. Popova, Resident Physician; orcid.org/0009-0001-3162-6933

Abstract

The growth of degenerative mitral valve lesions and the high rate of bioprosthetic dysfunction dictate the need to develop minimally invasive methods as an alternative to repeated open surgeries. A promising direction is transcatheter valve implantation using the valve-in-valve technique, especially for patients with high surgical risk.

The paper presents a clinical case of transcatheter transseptal implantation of the Myval THV valve in the mitral position in a 76-year-old patient with bioprosthetic dysfunction and high surgical risk (EuroSCORE II – 9.87%). Intraoperatively, significant improvement in hemodynamics was achieved: transprosthetic regurgitation decreased from 3–4 to 0–1 degree, maximum/mean pressure gradients decreased from 23/8 to 17/6 mm Hg, the valve opening area increased from 1.6 to 2.0 cm². In the early postoperative period, a decrease in pulmonary artery systolic pressure from 75 to 40 mm Hg and a decrease in tricuspid regurgitation from grade III to II were recorded. The patient was discharged on the 8th day in a satisfactory condition with increased exercise tolerance and disappearance of dyspnea.

The data obtained confirm the potential of the valve-in-valve method as an alternative to re sternotomy in patients at high surgical risk. The use of Myval THV in the mitral position demonstrated high efficiency, improving hemodynamics and quality of life of the patient, which opens up prospects for expanding the use of transcatheter technologies in cardiac surgery. Minimal invasiveness, reduced hospitalization and rehabilitation periods determine the advantages of the procedure. However, the lack of long-term data requires further research to standardize protocols and assess long-term outcomes.

Keywords: mitral valve, mitral regurgitation, mitral valve-in-valve, transcatheter mitral valve replacement

For citation: Selyutin S.M., Annaev M.S., Stepanov E.V., Furgal A.A., Shergin G.A., Polkina L.N., Popova D.O. Transcatheter implantation of the Myval THV valve in the mitral position in case of biological prosthesis dysfunction using the valve-in-valve method: first experience. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (4): 510–516 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4-510-516

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

Acknowledgment. The authors express their gratitude to the team of cardiac surgeons, anesthesiologists, and medical staff at the Medical Complex for their professionalism and coordinated work during the procedure.

Received September 26, 2025

Accepted November 19, 2025

Введение

В связи с развитием современной медицины процент выявляемости дегенеративных заболеваний сердца ежегодно растет. Сочетанный порок или изолированная недостаточность митрального клапана (МК) по распространенности занимает второе место после аортального порока [1], их лечение заключается в проведении клапаносохраняющей операции (пластика митрального клапана) и имплантации механического или биологического

протеза в обеих позициях. Одной из актуальных проблем, свойственных биологическим протезам сердечных клапанов, является их ранняя дисфункция, что сказывается на долгосрочной выживаемости и зачастую требует проведения повторных операций [2–4].

Современные методы лечения дисфункции биологического протеза в митральной позиции подразумевают его традиционную открытую хирургическую замену. Но порой старческий возраст, отягощенный анамнез и выраженный коморбидный фон обуславливают высокий

риск периоперационных осложнений, что побуждает хирургов на поиск менее инвазивных методов лечения. Транссептальная транскатетерная имплантация биологических клапанов в митральную позицию является одной из современных опций в лечении пациентов данной категории. Хотя мировой опыт применения этой технологии не так велик, в последнее время она все чаще встречается в клинической практике и представляет собой перспективную альтернативу [5, 6].

В настоящей статье описан первый опыт Медицинского комплекса ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» (МК ДВФУ) по применению транскатетерной имплантации биологического клапана в митральную позицию у пациента с высоким хирургическим риском и дисфункцией ранее имплантированного клапана.

Описание случая

Пациент Е., 76 лет, обратился в МК ДВФУ с жалобами на снижение толерантности к физической нагрузке, одышку, усиливающуюся при минимальной активности и сопровождающуюся повышением артериального давления (АД), головокружением.

В 2013 г. у пациента впервые диагностирована митральная недостаточность как следствие миксоматозной дегенерации створок клапана, в связи с чем была выполнена операция по протезированию митрального клапана биологическим протезом Carpentier Edwards 31-го типоразмера, с шовной пластикой трикуспидального клапана по Де Вега. В 2018 г. диагностирована фибрилляция предсердий, а в 2020 г. по поводу рецидивирующей желудочковой тахикардии имплантирован кардиовертер-дефибриллятор (ИКД). В 2021 г. выполнена радиочастотная абляция атриовентрикулярного (АВ) соединения с формированием искусственной АВ-блокады III степени. Пациент отмечает повышение АД более 20 лет, находится на постоянной гипотензивной терапии. Последующее ухудшение состояния начал отмечать весной 2022 г., в связи с чем обратился к кардиологу и был направлен на плановое обследование. В ходе обследования выявлены дегенеративные изменения створок и дисфункция ранее имплантированного биопротеза, была назначена медикаментозная терапия. В связи с прогрессированием

симптомов и неэффективностью консервативного лечения на очередном приеме кардиохирурга пациенту было предложено повторное оперативное вмешательство.

В анамнезе из хронических заболеваний отмечаются необструктивный бронхит, язвенная болезнь, язва двенадцатиперстной кишки в стадии ремиссии, с последним обострением от 1982 г., кисты почек, варикозная болезнь вен нижних конечностей, состояние после сафенэктомии справа. Вредных привычек нет.

При физикальном обследовании выявлено ослабленное везикулярное дыхание над нижней долей справа, хрипы не выслушиваются. Расширение границ сердца на 2 см влево кнаружи от среднеключичной линии. Тоны сердца ритмичные, приглушены, выслушивается акцент II тона над легочной артерией. Систолический шум во всех точках аускультации с максимумом в проекции верхушки сердца. Частота сердечных сокращений (ЧСС) 64 уд/мин, АД 120/70 мм рт. ст. на обеих руках.

При записи электрокардиографии (ЭКГ) особенностей не обнаружено. По данным эхокардиографии (ЭхоКГ) выявлена дисфункция протеза МК (дегенеративные изменения створок). Транспротезная регургитация 3–4 ст., значительная по объёму. Повышена скорость кровотока через митральный клапан. Максимальный/средний градиенты 23/8 мм рт. ст., площадь открытия 1,6 см², атеросклероз стенок аорты. Значительно расширены левое и правое предсердия, умеренно – правый желудочек. Отмечается умеренная симметричная гипертрофия миокарда левого желудочка. Миокард с множественными участками повышенной эхогенности. Кальциноз и фиброз створок аортального клапана с недостаточностью I степени. Функциональная недостаточность трикуспидального клапана III степени. Нарушения локальной сократимости миокарда не выявлено. Фракция выброса (ФВ) 62%. Легочная гипертензия II степени (систолическое давление в легочной артерии (СДЛА) 75 мм рт. ст.). Также выявлена свободная жидкость в небольшом количестве в перикарде, в правой и левой плевральных полостях. На обзорной рентгенограмме органов грудной клетки признаки застоя в малом круге кровообращения и расширение границ сердца. По результатам лабораторных исследований отмечается анемия лёгкой степени (гемоглобин 98 г/л, эритроциты $3,08 \times 10^{12}/л$).

Признаков нарушения функции почек и печени не выявлено.

По результатам обследования, с учетом анамнеза, высокого риска повторного «открытого» вмешательства (EuroSCORE II – 9,87%), а также наличия ранее имплантированного биологического протеза на опорном кольце, что является одним из обязательных условий имплантации эндоваскулярного клапана, консилиумом врачей принято решение об эндоваскулярной имплантации биологического клапана в митральную позицию по методике клапан в клапан (valve-in-valve). В качестве протеза был выбран баллонорасширяемый клапан для эндоваскулярной имплантации Myval THV (Meril) диаметром 29 мм как наиболее подходящий для митральной позиции. Размер клапана был выбран по результатам данных сайзинга в программе 3mensio Structural Heart. Площадь фиброзного кольца по внутреннему диаметру МК составила 628 мм², периметр – 88,8 мм, минимальный диаметр – 28,2 мм, максимальный – 28,4 мм (рис. 1, а). Для клапана 29 мм оверсайз составил 5,3% (рис. 1, б), что является оптимальным для баллонорасширяемых клапанов.

18.10.2024 г. пациент был госпитализирован в отделение кардиохирургии и сосудистой хирургии МК ДВФУ с диагнозом: Приобретенный порок сердца. Протезирование митрального клапана биологическим протезом Carpentier Edwards № 31, шовная пластика трикуспидального клапана по Де Вега от 2013 г. Дисфункция протеза митрального кла-

пана (дегенеративные изменения створок). Митральная недостаточность III – IV степени. Трикуспидальная недостаточность III степени. Легочная гипертензия II степени (СДЛА 75 мм рт. ст.). ИБС. Стенокардия напряжения II функционального класса. Фибрилляция и трепетание предсердий, постоянная форма. Высокий риск тромбоэмболических осложнений по CHA2DS2VASc – 4 балла, риск кровотечения по HAS-BLED 2 балла. Пароксизмальная рецидивирующая желудочковая тахикардия. Имплантация кардиовертера-дефибриллятора в ноябре 2020 г. Радиочастотная абляция АВ-соединения с формированием искусственной АВ-блокады III степени в 2021 г. Гипертоническая болезнь III ст., IV ст. риска. Хроническая сердечная недостаточность IIА ст., III функциональный класс.

Протокол операции

Процедура выполнена в ангиографической операционной с использованием аппарата Phillips Allura FD20, под внутривенным наркозом и искусственной вентиляцией лёгких. Доступом через правую яремную вену в правый желудочек установлен электрод временного кардиостимулятора. Мониторинг инвазивного АД обеспечен через правую лучевую артерию. Для визуализации сердца при выполнении транссептальной пункции и дальнейшего контроля хода операции использовалась чреспищеводная эхокардиография.

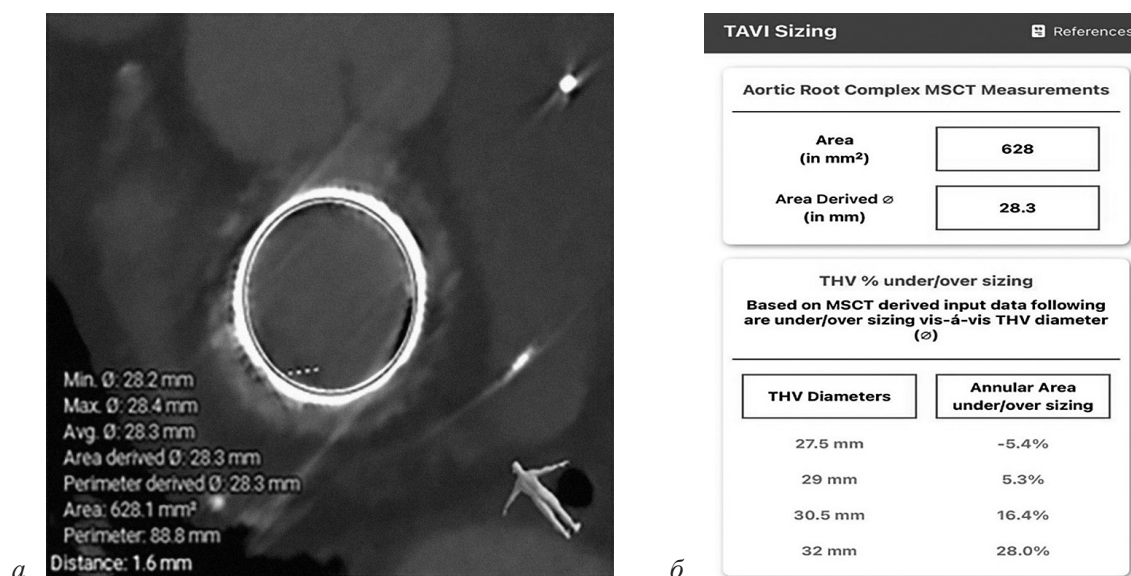


Рис. 1. Измерение и подбор клапана (а, б). Пояснение в тексте

Доступом через правую общую бедренную вену (ОБВ), с использованием системы Agilis NxT 8,5 Fr (Abbott) выполнена пункция межпредсердной перегородки (МПП) (рис. 2). Через левое предсердие и митральный протез в левый желудочек заведен сверхжесткий проводник с атравматичным кончиком Lunderquist (Cook medical) диаметром 0,035 дюйма, длиной 300 см. По установленному проводнику в ОБВ введен интродьюсер 9 Fr и выполнена дилатация МПП баллоном Admiral (Medtronic) размером 12 × 40 мм (рис. 3).

Далее проведена замена интродьюсера на расширяемый Python 14 Fr (Meril) и после его предварительного расширения с использованием комплекующего бужа 18 Fr в митральную позицию был позиционирован (рис. 4) и имплантирован (рис. 5) биологический клапан Myval THV (Meril) 29-го типоразмера.

Предилатация и имплантация клапана проводились на фоне временной кардиостимуляции частотой 180–200 уд/мин и искусственной гипотонии < 50 мм рт. ст., по данным мониторинга инвазивного АД.

В ходе интраоперационно выполненной чреспищеводной ЭхоКГ визуализировано нормальное положение клапана, максимальный/средний градиент составил 17/6 мм рт. ст., площадь открытия – 2,0 см², регургитация снизилась до 0–1 степени, с небольшими признаками парапротезной регургитации. Отмечалась хорошая сократительная функция миокарда – ФВ 67%, жидкость в перикарде в незначительном количестве. На ЭКГ без признаков нарушения ритма.

Все инструменты и интродьюсер извлечены, гемостаз пункционного отверстия достигнут заранее подготовленными ушивающими

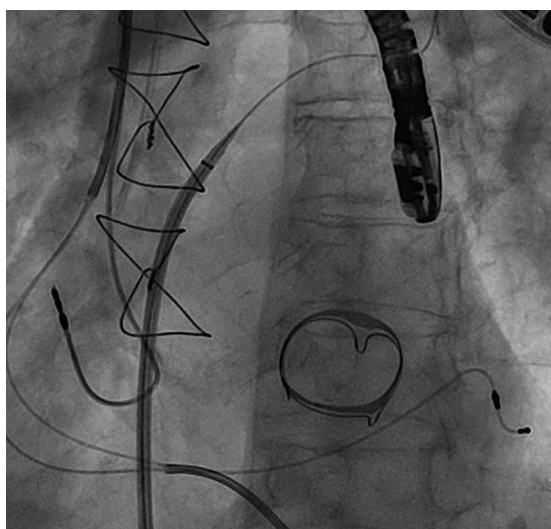


Рис. 2. Пункция межпредсердной перегородки

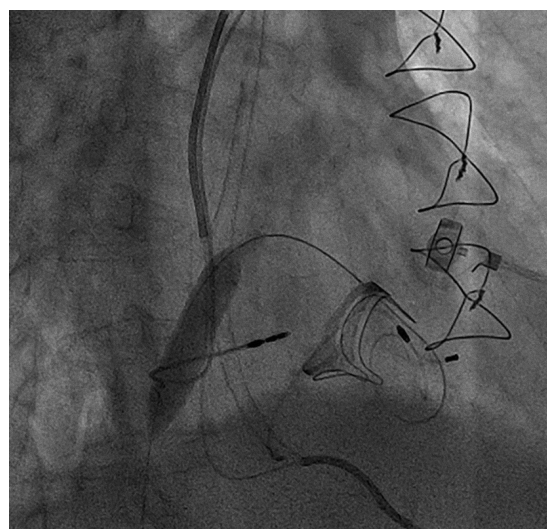


Рис. 3. Предилатация межпредсердной перегородки баллоном Admiral (Medtronic) размером 12 × 40 мм

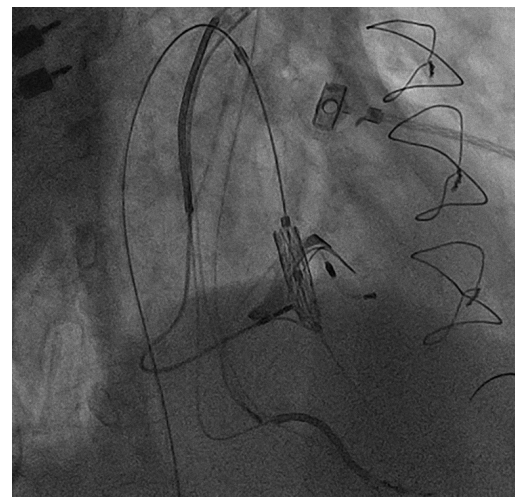


Рис. 4. Позиционирование клапана Myval THV в митральную позицию (а, б)

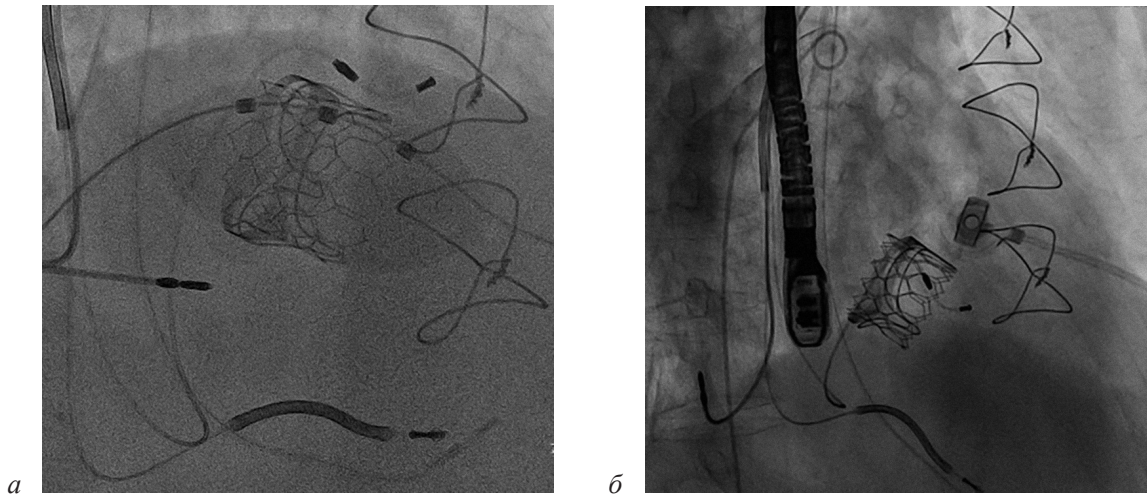


Рис. 5. Имплантация клапана Myval THV:

а – момент дилатации клапана; *б* – состояние после имплантации

устройствами Perclose ProGlide, наложена асептическая повязка. Пациент переведен в отделение анестезиологии и реанимации со стабильными показателями гемодинамики.

Послеоперационный период

Послеоперационный период протекал без особенностей. Через 1,5 ч после операции пациент был отключен от аппарата искусственной вентиляции легких с удовлетворительными показателями гемодинамики (АД 110/70 мм рт. ст., ЧСС 68 уд/мин) и газового состава крови (SpO_2 96%), неврологический дефицит отсутствовал. На 2-е сутки после операции пациент переведен в профильное отделение, а на 7-е – выполнена ЭхоКГ в динамике, согласно которой максимальный/средний градиент составил 15/6 мм рт. ст., транспротезная регургитация 0–1 степени, без признаков парапротезной, снизилось давление в легочной артерии (СДЛА 40 мм рт. ст.), уменьшилась регургитация через трехстворчатый клапан до II степени. По данным дуплексного сканирования нижних конечностей, магистральные сосуды проходимы. На 8-е сутки пациент в удовлетворительном состоянии был выписан из стационара со следующими рекомендациями: дапаглифлозин 10 мг по 1 таблетке утром, торасемид 5 мг по 1 таблетке утром, спиронолактон 25 мг по 2 таблетки утром, клопидогрел 75 мг по 1 таблетке утром в течение 1 мес, затем отмена, апиксабан 5 мг по 1 таблетке 2 раза в день, аторвастатин 20 мг по 1 таблетке вечером после еды.

На контрольной ЭхоКГ, выполненной через месяц после процедуры, отрицательной динамики не выявлено. Пациент отмечает значительное улучшение состояния, что объясняет повышением толерантности к физическим нагрузкам и уменьшением одышки.

Обсуждение

С момента первого описания чрескожной транскатетерной замены аортального клапана A. Cribier et al. [7] интерес к данной методике возрос, что расширило возможности ее применения при поражениях не только аортального, но и других клапанов сердца [8, 9], это в свою очередь позволило повысить качество жизни и показатели выживаемости и снизить количество осложнений, связанных с данной группой пациентов [10].

Представленный клинический случай демонстрирует успешное применение транскатетерной имплантации клапана Myval THV в митральную позицию по методике клапан в клапан у пациента с высоким хирургическим риском. Результаты процедуры подтвердили её эффективность: интраоперационно и в раннем послеоперационном периоде отмечено значительное снижение транспротезной регургитации, уменьшение градиентов давления и улучшение гемодинамических показателей, включая снижение СДЛА. Эти данные согласуются с результатами других исследований, подтверждающих, что транскатетерные методы позволяют достичь стабильной гемодинамики и улуч-

шить качество жизни пациентов с дисфункцией биопротезов.

Ключевым преимуществом транскатетерной методики является её минимальная инвазивность, что особенно актуально для пациентов с высоким риском периоперационных осложнений. В данном случае выбор клапана Myval THV оказался оптимальным, учитывая анатомические особенности биопротеза Carpentier-Edwards. Несмотря на аортально-ориентированный дизайн клапана, его наружная РЕТ-манжета (полиэтилентерефталат), обеспечивающая повышенную герметичность, демонстрирует потенциал для использования в митральной позиции [11].

В то же время важно учитывать ограничения метода. Во-первых, процедура требует тщательного предоперационного планирования, включая оценку размеров биопротеза и состояние зоны посадки. Во-вторых, долгосрочные результаты применения Myval THV в митральной позиции остаются малоизученными, что подчеркивает необходимость длительного наблюдения и дальнейшего изучения данной методики.

Мировой опыт транскатетерных вмешательств на митральном клапане продолжает расширяться, однако большинство публикаций посвящено аортальным позициям. Представленный нами случай позволяет пополнить имеющиеся данные о безопасности и эффективности метода клапан в клапан в митральной позиции, демонстрируя его потенциал как альтернативы рестернотомии у пациентов с множественными коморбидными состояниями.

Заключение

Транскатетерная имплантация клапана Myval THV в митральную позицию по методике клапан в клапан продемонстрировала высокую эффективность и безопасность у пациента с высоким хирургическим риском. Процедура позволила добиться значительного улучшения гемодинамических параметров, снижения симптомов сердечной недостаточности, сокращения сроков госпитализации и периода реабилитации. Успешный исход подтверждает, что данная методика является перспективной альтернативой повторным открытым операциям у пациентов с дисфункцией биологических протезов. Однако для внедрения метода в рутинную практику необхо-

димы дальнейшие исследования, направленные на оценку долгосрочных результатов, стандартизацию протоколов и расширение показаний.

Литература/References

1. Nishimura R.A., Otto C.M., Bonow R.O., Carabello B.A., Erwin J.P. 3rd, Guyton R.A. et al.; American College of Cardiology / American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: executive summary: a report of the American College of Cardiology / American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2014; 63 (22): 2438–2488. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.02.537
2. Yu J., Qiao E., Wang W. Mechanical or biologic prostheses for mitral valve replacement: a systematic review and meta-analysis. *Clin. Cardiol.* 2022; 45 (7): 701–716. DOI: 10.1002/clc.23854
3. Diaz R., Hernandez-Vaquero D., Alvarez-Cabo R., Avanzas P., Silva J., Moris C., Pascual I. Long-term outcomes of mechanical versus biological aortic valve prosthesis: systematic review and meta-analysis. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2019; 158(3): 706–714.e18. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2018.10.146
4. Okamoto Y., Yamamoto K., Yoshii S. Early and late outcomes of aortic valve replacement using bioprosthetic versus mechanical valve in elderly patients: a propensity analysis. *J. Card. Surg.* 2016; 31 (4): 195–202. DOI: 10.1111/jocs.12719
5. Keenan N.M., Bennetts J.S., McGavigan A.D., Rice G.D., Joseph M.X., Baker R.A., Sinhal A. Transcatheter trans-septal mitral valve-in-valve replacement: an early Australian case series and literature review. *Heart Lung Circ.* 2020; 29 (6): 921–930. DOI: 10.1016/j.hlc.2019.07.010
6. Szlapka M., Hausmann H., Timm J., Bauer A., Metz D., Pohling D. et al.; Arbeitsgemeinschaft Leitender herzchirurgischer Krankenhausärzte e.V. (ALHK) Study Group. Transcatheter mitral valve implantation versus conventional redo surgery for degenerated mitral valve prostheses and rings in a multicenter registry. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2024; 167 (3): 957–964. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2022.07.032
7. Cribier A., Eltchaninoff H., Bash A., Borenstein N., Tron C., Bauer F. et al. Percutaneous transcatheter implantation of an aortic valve prosthesis for calcific aortic stenosis: first human case description. *Circulation.* 2002; 106 (24): 3006–3008. DOI: 10.1161/01.cir.0000047200.36165.b8
8. Schaefer A., Conradi L. Transcatheter mitral valve replacement for degenerated bioprosthetic valves and failed annuloplasty rings. *Surg. Technol. Int.* 2020; 37: 185–190.
9. Mussayev A., Alimbayev S., Tanaliev N., Kuanyshbek A., Marat A., Lesbekov T. et al. Case report: transcatheter tricuspid valve-in-valve implantation using novel balloon-expandable aortic valve with 1 year follow-up. *Front. Cardiovasc. Med.* 2023; 10: 1152280. DOI: 10.3389/fcvm.2023.1152280
10. Guerrero M.E., Eleid M.F., Wang D.D., Pursnani A., Kodali S.K., George I. et al. 5-Year prospective evaluation of mitral valve-in-valve, valve-in-ring, and valve-in-MAC outcomes: MITRAL trial final results. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2023; 16 (18): 2211–2227. DOI: 10.1016/j.jcin.2023.06.041
11. Seth A., Kumar V., Singh V.P., Kumar D., Varma P., Rastogi V. Myval: a novel transcatheter heart valve for the treatment of severe aortic stenosis. *Interv. Cardiol.* 2023; 18: e12. DOI: 10.15420/icr.2020.32

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.137.83-089.819.5

Эндоваскулярная хирургия поверхностной бедренной артерии при отсутствии проксимальной культы

З.А. Кавтеладзе^{1,2}, С.Ю. Даниленко^{1,2} ✉, П.М. Ермолаев^{1,2}, О.Н. Ткачева¹

¹ Российский геронтологический научно-клинический центр (РГНКЦ) ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

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

Кавтеладзе Заза Александрович, д-р мед. наук, профессор, руководитель отдела сосудистой и эндоваскулярной хирургии¹, заведующий лабораторией экстренной сосудистой и рентгенэндоваскулярной хирургии²; orcid.org/0000-0003-0617-2332

✉ **Даниленко Сергей Юрьевич**, науч. сотр., рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0002-0887-0946, e-mail: dooctor@yandex.ru

Ермолаев Павел Михайлович, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0001-6247-3872

Ткачева Ольга Николаевна, д-р мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, директор РГНКЦ; orcid.org/0000-0002-4193-688X

Резюме

Окклюзия поверхностной бедренной артерии от устья – одна из основных причин перемежающейся хромоты или критической ишемии конечности. Чрескожная транслюминальная ангиопластика является одним из возможных методов лечения такого поражения артерий нижних конечностей. При многоуровневом поражении артерий нижних конечностей возникает необходимость применения антеградного доступа для качественного восстановления кровотока на пораженной конечности. В случаях отсутствия проксимальной культы поверхностной бедренной артерии выполнение антеградной пункции считается невозможным. Появляется необходимость проведения реваскуляризации конечности через удаленный от места поражения доступ. Пункция полностью окклюзированной артерии позволяет осуществить доступ для выполнения полноценной реваскуляризации конечности при ишемии, особенно в случаях многоsegmentарного поражения артерий притока и оттока. В статье представлены клинические примеры выполнения реваскуляризации артерий нижних конечностей с применением различных методик антеградной пункции бедренных артерий.

Ключевые слова: атеросклероз, окклюзия поверхностной бедренной артерии, пункция окклюзированной артерии, критическая ишемия конечности

Для цитирования: Кавтеладзе З.А., Даниленко С.Ю., Ермолаев П.М., Ткачева О.Н. Эндоваскулярная хирургия поверхностной бедренной артерии при отсутствии проксимальной культы. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (4): 517–529. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4-517-529

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 08.10.2025
Принята к печати 21.11.2025

Puncture of occluded artery during endovascular treatment of peripheral artery lesions

Z.A. Kavteladze^{1,2}, S.Yu. Danilenko^{1,2} ✉, P.M. Ermolaev^{1,2}, O.N. Tkacheva¹

¹ Russian Gerontological Scientific and Clinical Center (RGSCC) of the Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

² Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery, Moscow, Russian Federation

Zaza A. Kavteladze, Dr. Med. Sci., Professor, Head of Vascular and Endovascular Surgery Department¹, Head of the Laboratory of Emergency Vascular and X-ray Endovascular Surgery²; orcid.org/0000-0003-0617-2332

✉ **Sergey Yu. Danilenko**, Researcher, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-0887-0946, e-mail: dooctor@yandex.ru

Pavel M. Ermolaev, Cand. Med. Sci., Senior Researcher, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-6247-3872

Olga N. Tkacheva, Dr. Med. Sci., Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the RGSCC; orcid.org/0000-0002-4193-688X

Abstract

Occlusion of the superficial femoral artery from its origin is one of the main causes of intermittent claudication or critical limb ischemia. Percutaneous transluminal angioplasty is one of the possible methods of treating such lesions of the lower limb arteries. In cases of multilevel lesions of the lower limb arteries, it is necessary to use antegrade access to restore blood flow in the affected limb. In cases where the proximal stump of the superficial femoral artery is absent, antegrade puncture is considered impossible. It becomes necessary to perform revascularization of the limb through access remote from the site of the lesion. Puncture of a completely occluded artery allows access to perform complete revascularization of the limb in ischemia, especially in cases of multisegmental lesions of the inflow and outflow arteries. The article presents clinical examples of revascularization of the arteries of the lower limbs using various techniques of antegrade puncture of the femoral arteries.

Keywords: atherosclerosis, superficial femoral artery occlusion, puncture of occluded artery, critical limb ischemia

For citation: Kavteladze Z.A., Danilenko S.Yu., Ermolaev P.M., Tkacheva O.N. Puncture of occluded artery during endovascular treatment of peripheral artery lesions. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (4): 517–529 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4-517-529

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

Received October 8, 2025
Accepted November 21, 2025

Введение

В последние десятилетия эндоваскулярная хирургия (ЭХ) стала одним из ключевых направлений в лечении заболеваний артерий нижних конечностей (НК). Значительный прогресс в данной области обусловлен внедрением современных методов первичной реканализации окклюзированных артерий, включая усовершенствованные баллонные катетеры и стенты, специальные катетеры и устройства для реканализации и удаления субстрата окклюзии, накоплением клинического опыта, совершенствованием хирургических подходов, применением альтернативных доступов (ретроградных и других нестандартных вариантов). Главным ожиданием улучшения результатов эндоваскулярного лечения, связанным с использованием новых лекарственных технологий, были перспективы как непосредственных, так и отдалённых результатов лечения. Эти достижения расширили показания к применению ЭХ, как при перемежающейся хромоте, так и критической ишемии НК [1].

Состояние поверхностной бедренной артерии (ПБА) определяет прогноз нижних конечностей, а также качество жизни. В большей степени, конечно, качество. Если для прогноза НК большее значение имеет коллатеральная сеть между глубокой бедренной артерией (ГБА) и подколенной артерией, то для обеспечения функционального качества НК – ПБА незаменима. Поэтому лечение поверхностной бедренной артерии (особенно при ее полной окклюзии) остается весьма актуальным, поскольку восстановление окклюзированной

от устья артерии требует тщательной предоперационной оценки и необходимого опыта оперирующего хирурга [2]. Современная практика предполагает тщательный анализ конкретных особенностей пациента для определения наиболее подходящего метода хирургического лечения. Эндоваскулярное вмешательство при окклюзии ПБА обычно требует специального подхода к пункции для доступа.

Сегодня в ежедневной клинической практике широко используются как исторически классические (общая бедренная артерия с антеградным или ретроградным направлением), так и условно оригинальные доступы: ПБА практически в любом сегменте, ГБА, подколенная артерия (ПКА), артерии голени и стопы. К этой же группе относятся доступы к пораженному сегменту артерии через коллатерали и через дугу стопы [1].

Преобладающими доступами для реканализации ПБА являются контралатеральный антеградный, ипсилатеральный антеградный и ретроградный с пункцией подколенной артерии и артерий голени. Первый вариант (контралатеральный антеградный) является сложным в случаях сложной анатомии терминального отдела брюшной аорты и подвздошных артерий или предыдущих вмешательств на подвздошной артерии. Возможность использования второго варианта доступа (ипсилатеральный антеградный) сильно зависит от анатомии общей бедренной артерии и уровня бифуркации бедренных артерий, от конституции пациента. Что же касается ретроградного доступа с пункцией подколенной артерии и артерий голени, то он требует от хирурга

высоких навыков выполнения пункции и сопряжен с риском диссекции при реентри общей бедренной артерии (ОБА) и возможной компрометации устья ГБА. Кроме того, ретроградный доступ не применим, когда дистальная пункция артерии невозможна из-за стеноза или окклюзии артерии. Оба доступа представляют сложности при лечении заболеваний артерий ниже колена [3].

В случаях сложных, многосегментарных и многоэтажных поражений одного трансформального доступа может быть недостаточно для полноценного эндоваскулярного восстановления артерий пораженной конечности [4, 5]. В таких случаях используют альтернативный доступ (лучевой, плечевой, подмышечный) как доступ по требованию клинической ситуации [6]. Недостатками альтернативных доступов являются большая дистанция до пораженных артерий и множество изгибов аорты и артерии «по дороге», что затрудняет манипуляции при проведении вмешательства, особенно при кальцинированных окклюзированных поражениях.

С накоплением большого клинического опыта для проведения многоуровневой реваскуляризации в последнее время мы стали использовать окклюзированную поверхностную бедренную артерию: через прямую пункцию окклюзированной части или через пункцию окклюзированной ПБА в ранее предилатированном ее сегменте баллонным катетером небольшого диаметра. Это позволяет использовать короткое плечо для осуществления эндоваскулярного вмешательства на артериях нижних конечностей [2].

При ЭХ полностью окклюзированной ПБА мы использовали различные подходы и доступы в течение последних 30 лет [7, 8]:

1) интродьюсер с отверстием – при антеградной ипсилатеральной пункции;

2) методику пункции проксимальной ПБА после предварительной дилатации с другого доступа: антеградные плечевые-радиальные и контралатеральный антеградный с использованием трех различных техник: а) пункция полностью нативных ПБА; б) пункция баллонного катетера, находящегося в проксимальной ПБА, с последующим его продвижением дистальнее с проводником внутри баллона; в) пункция через специальное устройство, обеспечивающее создание временного механического объема (пространства) для нетрав-

матической пункции ранее дилатированной проксимальной ПБА.

В нашей работе у 100% пациентов выполнена реваскуляризация артерий нижних конечностей с использованием доступа через окклюзированную ПБА.

У всех пациентов клиническая картина представлена критической ишемией нижней конечности (КИНК). Пункция окклюзированной артерии после предварительной баллонной дилатации осуществлялась в 35 случаях, пункция окклюзированной артерии при помощи раздутого баллонного катетера – в 15 случаях, пункция окклюзированной артерии при помощи устройства для временного удержания просвета – в 3 случаях. Также использовалась техника выполнения реканализации через модифицированный интродьюсер – в 12 случаях.

Ниже приводим клинические случаи по всем вышеописанным методикам.

Описание случая 1

Больной Б., 62 года. Находился на стационарном лечении в ЦЭЛТ в 2010 г. с диагнозом: Атеросклероз артерий нижних конечностей, окклюзия ПБА слева. Хроническая ишемия нижних конечностей Па стадии. Гипертоническая болезнь III степени. Артериальная гипертензия III стадии. Риск 4. Дислипидемия. НК I ст.

Жалобы на боли в икроножных мышцах в левой НК при ходьбе на расстояние до 20 м.

Данные селективной ангиографии левой нижней конечности: окклюзия левой ПБА от устья (рис. 1).

Пациент с ишемией левой нижней конечности. По данным обследования, окклюзионно-стенотическое поражение левой поверхностной бедренной артерии, глубокой бедренной артерии. В данном случае необходимо было выбрать метод и стратегию реваскуляризации артерий нижних конечностей. В связи с этим использовался модифицированный интродьюсер (рис. 2) с целью оптимального лечения окклюзированной от устья ПБА.

Описание операции. Доступ: левый ипсилатеральный, бедренный, антеградный. В левую ОБА проведен заранее модифицированный интродьюсер 6 F (см. рис. 1, а). Через боковое отверстие интродьюсера направляющим катетером и жестким проводником выполнена

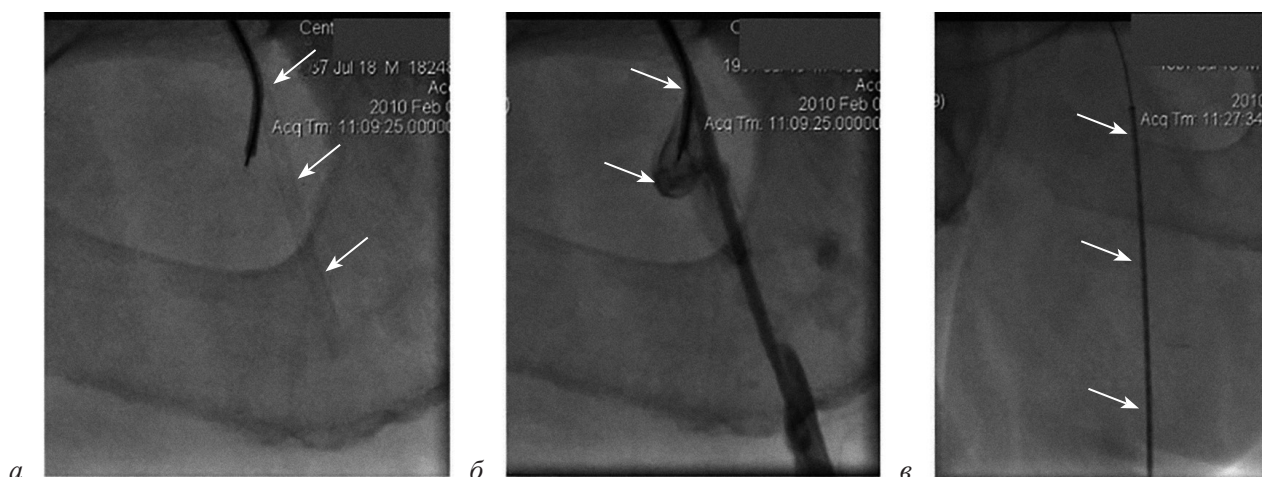


Рис. 1. Рентгенография места доступа артерий левой нижней конечности:

а – стрелками указано проведение интродьюсера в ГБА; *б* – ангиография ПБА, стрелками указана культя ПБА, антеградная реканализация окклюзированной ПБА при помощи направляющего катетера; *в* – стрелками указано проведение и позиционирование стента в ПБА

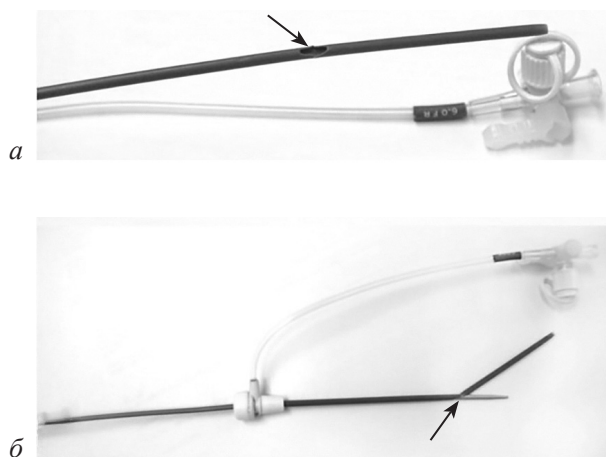


Рис. 2. Вид интродьюсера с модифицированным боковым отверстием (*а, б*). Стрелками указано сформированное отверстие, через которое выполняется реканализация окклюзированной ПБА

реканализация ПБА (см. рис. 1, *б*). После этого при помощи баллонного катетера Admiral 4,0–120 мм выполнены ангиопластика ПБА от устья и стентирование окклюзированного сегмента саморасширяющимся стентом Complete 6,0–150 мм. Затем под контролем ангиографии выполнена постдилатация стентированного сегмента баллонным катетером Admiral 6,0–80 мм (рис. 3). При контрольной ангиографии визуализируется стент от устья ПБА, без компрометации глубокой бедренной артерии (рис. 4).

Послеоперационный период протекал без осложнений. Пациент выписан из стационара в удовлетворительном состоянии. Отмечает увеличение дистанции безболевой ходьбы – более 300 м.

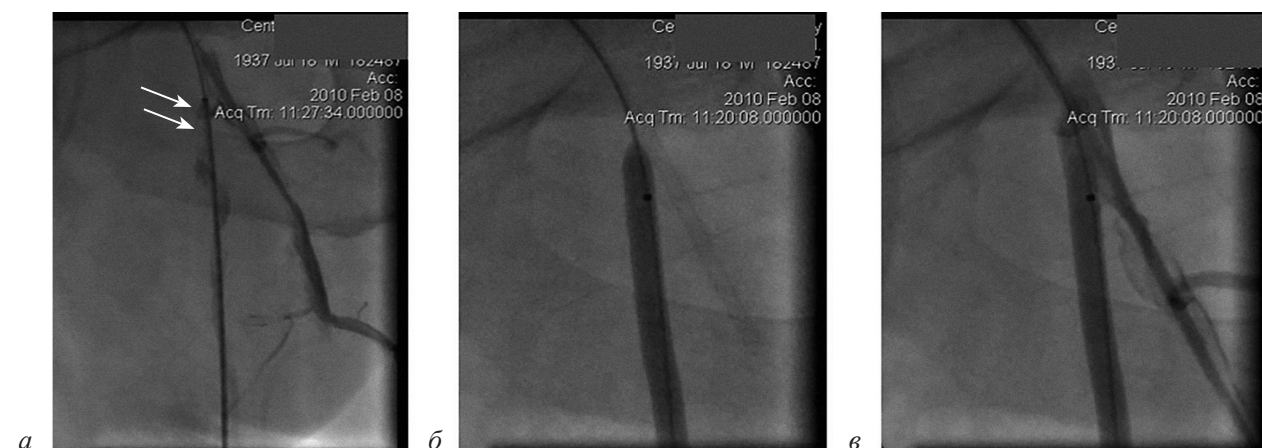


Рис. 3. Позиционирование стента и баллонного катетера под контролем ангиографии:

а – стрелками указано позиционирование стента от устья ПБА; *б* – постдилатация стентированного сегмента ПБА; *в* – ангиографический контроль позиции баллонного катетера

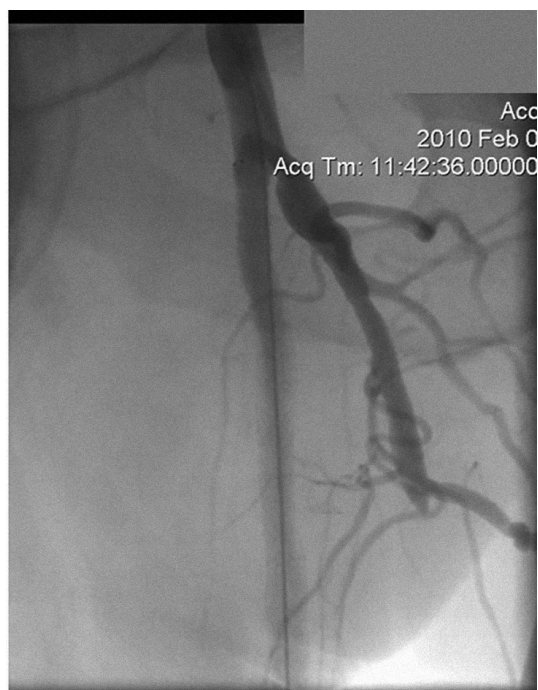


Рис. 4. Контрольная ангиография

Описание случая 2

Больной П., 66 лет. Находился на стационарном лечении в Российском научно-клиническом центре геронтологии в 2025 г. с диагнозом: Мультифокальный атеросклероз. Атеросклероз артерий нижних конечностей: окклюзия правой поверхностной бедренной артерии. Бедренно-подколенное шунтирование справа от 07.11.2014 г. Окклюзия БПШ. Окклюзия левой поверхностной бедренной артерии от устья. Хроническая ишемия нижних конечностей IIб стадии. Атеросклероз бра-

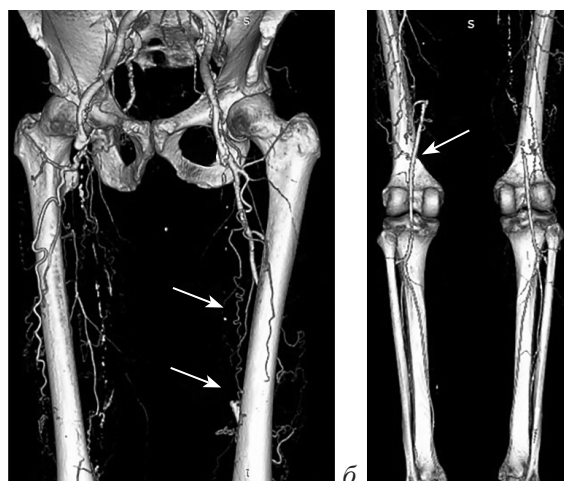


Рис. 5. МСКТ-ангиография артерий нижних конечностей (а, б). Стрелками указана окклюзия левой ПБА от устья и восстановление кровотока в ПКА

хиоцефальных артерий без гемодинамически значимого стенозирования. Гипертоническая болезнь II степени. Артериальная гипертензия III стадии. Риск 4. Дислипидемия. Хронический гастрит. Мочекаменная болезнь.

Жалобы на боли в икроножных мышцах в левой НК при ходьбе на расстояние до 30 м.

Результаты обследований. Мультиспиральная компьютерно-томографическая (МСКТ) ангиография: мультифокальное кальцинированное поражение артерий нижних конечностей. Окклюзия левой и правой поверхностных бедренных артерий от устьев (рис. 5).

Данные селективной ангиографии левой нижней конечности: окклюзия левой ПБА от устья. Коллатеральное заполнение подколенной артерии в Гунтеровом канале (рис. 6, а).

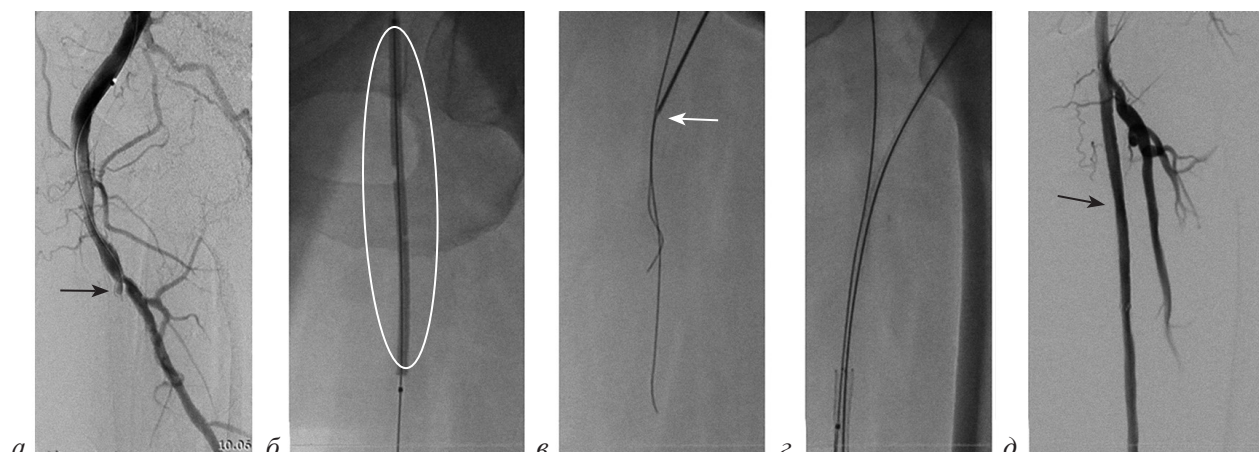


Рис. 6. Этапы операций:

а – селективная ангиография бедренных артерий, стрелкой указана окклюзия ПБА от устья; б – реканализация и преддилатация; в – пункция поверхностной бедренной артерии после предварительной дилатации; г – установка интродьюсера; д – стрелкой указано место пункции артерии после вмешательства

Обсуждение перед операцией. Пациент с критической ишемией левой нижней конечности. При обследовании у пациента диагностировано мультифокальное кальцинированное двухстороннее окклюзионно-стенотическое поражение поверхностных бедренных артерий. Больному показано выполнение реваскуляризации левой нижней конечности в плановом порядке. Ввиду отсутствия оптимального, безопасного доступа для реваскуляризации принято решение о выполнении эндоваскулярного лечения ПБА слева: реканализация окклюзированной ПБА с применением альтернативного доступа через окклюзированную артерию после предварительной ее дилатации баллонным катетером.

Описание операции. Доступ: правый плечевой, ретроградный. В левую наружную подвздошную артерию (НПА) проведен интродьюсер Flexor 6 F. Выполнена проводниковая реканализация окклюзированной левой ПБА в проксимальном сегменте. Баллонным катетером Admiral 4,0–100 мм выполнена баллонная ангиопластика (БАП) проксимального сегмента ПБА (рис. 6, б). Баллонный катетер удален, выполнена антеградная пункция проксимального сегмента ПБА в месте, где ранее была выполнена преддилатация. Установлен интродьюсер 6 F. Жесткий гидрофильный проводник Radifocus 0,035” проведен в дистальные сегменты, и выполнена проводниковая реканализация ПБА с выводом проводника в истинный просвет ПБА (рис. 6, в, г). Далее выполнена баллонная ангиопластика и стентирование на всем протяжении окклюзированной ПБА баллонным катетером с лекарственным покрытием Admiral InPact 5,0–120 мм и стентирование стентами с лекарственным покрытием Eluvia 6,0–100 мм. После восстановления кровотока удален антеградный интродьюсер из ПБА с одномоментным продленным (до 5 мин) раздуванием баллонного катетера Admiral 6,0–80 мм. Завершающая ангиография показала отсутствие экстравазаций в месте антеградной пункции ПБА, восстановление кровотока в ранее окклюзированном сегменте ПБА (рис. 6, д).

Послеоперационный период протекал без осложнений. Пациент выписан из стационара в удовлетворительном состоянии. После операции продолжал принимать двойную антитромбоцитарную терапию. Отмечает улучшение клинической картины в виде снижения

степени ишемии конечности и увеличения дистанции безболевой ходьбы левой конечности – более 400 м.

Пациенту планируется выполнение плановой реваскуляризации артерий правой нижней конечности.

Описание случая 3

Больная С., 73 года. Находилась на стационарном лечении в Российском научно-клиническом центре геронтологии в 2023 г. с диагнозом: Атеросклероз артерий конечностей. Окклюзия ПБА и артерий голени справа. Эндартерэктомия из НПА, ОБА, ПБА, ГБА справа с пластикой аутовеной от 31.05.2022 г. Баллонная ангиопластика ПБА слева от 27.04.2024 г. Хроническая ишемия нижних конечностей III стадии. Дегенеративный сочетанный аортальный порок сердца: умеренный аортальный стеноз и недостаточность аортального клапана лёгкой степени. Гипертоническая болезнь III степени. Артериальная гипертензия III стадии. Риск сердечно-сосудистых осложнений очень высокий. НК I ст. Дислипидемия. Хронический гастрит. Гипотиреоз, медикаментозная компенсация.

Жалобы на боли в икроножных мышцах в правой НК при ходьбе на расстояние до 20 м.

Результаты обследований. МСКТ-ангиография: мультифокальное кальцинированное поражение артерий нижних конечностей. Состояние после аутовенозной пластики ОБА, ГБА. Окклюзия правой ПБА от устья. Окклюзия подколенной артерии. Окклюзии передней

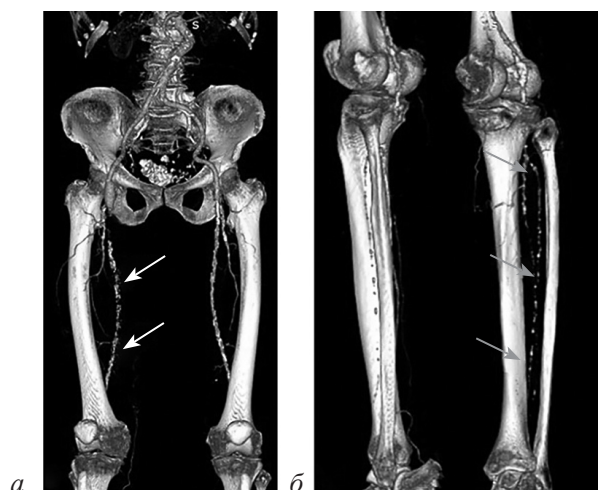


Рис. 7. МСКТ-ангиография артерий нижних конечностей (а, б). Стрелками указана окклюзия ПБА от устья и окклюзии артерий голени

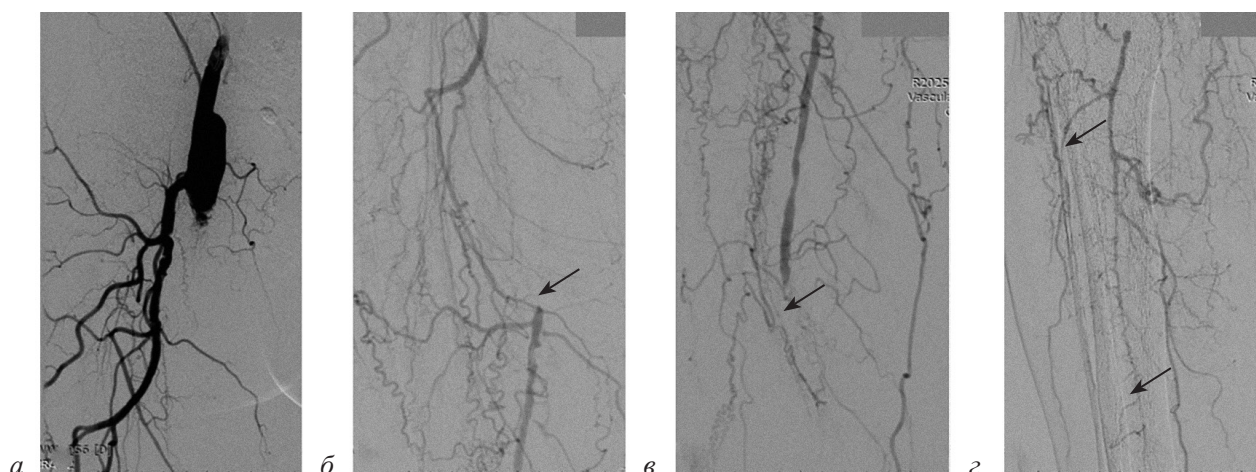


Рис. 8. Ангиография артерий правой нижней конечности:

a – ангиографическая картина окклюзии ПБА от устья; *б* – стрелкой указано заполнение дистальных отделов окклюзированной поверхностной бедренной артерии; *в* – стрелкой указана окклюзия подколенной артерии; *г* – стрелками указаны окклюзии артерий голени

большеберцовой артерии (ПББА), ТПС, малоберцовой артерии (МБА), задней большеберцовой артерии (ЗББА) (рис. 7).

Данные УЗДГ артерий нижних конечностей: окклюзия просвета правой ПБА, сегментарный кровоток ПкА справа. Скорость кровотока ПкА 70 см/с. Коллатеральный кровоток берцовых артерий.

Данные селективной ангиографии правой нижней конечности: расширение ОБА в зоне аутовенозной пластики ОБА, ГБА. Окклюзия ПБА от устья. Сегментарное заполнение дистального русла БПА, подколенной артерии в Гунтеровом канале. Окклюзия ПкА ниже суставной щели. Сегментарное заполнение ТПС. Окклюзия передней большеберцовой артерии от проксимального сегмента. Окклюзия МБА, ЗББА (рис. 8).

Обсуждение перед операцией. Пациентка с критической ишемией правой нижней конечности. При обследовании у пациентки диагностировано мультифокальное кальцинированное поражение артерий НК. Больной показано выполнение реваскуляризации правой нижней конечности в плановом порядке. Принимая во внимание протяженную окклюзию ПБА, выполненное ранее хирургическое вмешательство в зоне ОБА, ГБА справа, а также окклюзионно-стенотическое поражение подколенной артерии и артерий голени, решено выполнить эндоваскулярное лечение ПБА, ПкА, артерий голени: реканализацию окклюзированной ПБА с применением доступа через окклюзированную артерию и затем ангио-

пластику артерий голени с применением ротационной атерэктомии и использованием стентов и баллонных катетеров с лекарственным покрытием.

Описание операции. Доступ: левый бедренный, ретроградный. Контралатерально в правую НПА проведен интродьюсер Flexor 6 F. Выполнена проводниковая реканализация окклюзированной ПБА в проксимальном сегменте. Далее выполнена баллонная ангиопластика проксимального сегмента ПБА. Следующим этапом проведена антеградная пункция раздутаго в ПБА баллонного катетера Mustang 4,0–30 мм (рис. 9).

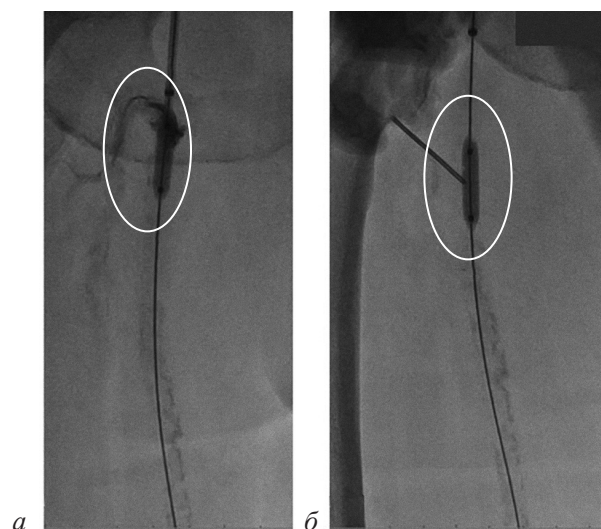


Рис. 9. Пункция окклюзированной артерии после предварительной баллонной дилатации:

a – указано место дилатации баллонным катетером; *б* – указано место пункции раздутаго баллонного катетера

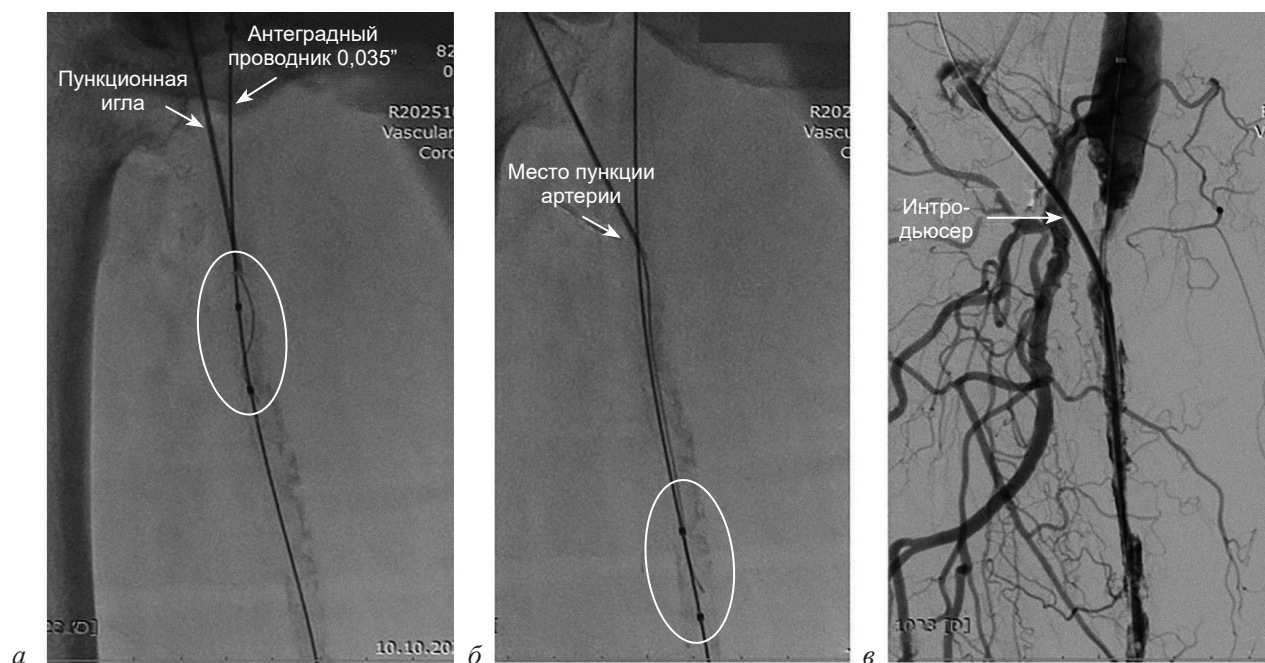


Рис. 10. Выполнение доступа через окклюзированную поверхностную бедренную артерию:

а – после выполненной пункции баллонного катетера; *б* – продвижение баллонного катетера совместно с проводником 0,035” антеградно в ПБА; *в* – установка интродьюсера после пункции ПБА

Далее выполнено одномоментное продвижение баллонного катетера и находящегося внутри баллона проводника 0,035” (рис. 10, *а, б*) дистальнее места пункции. Удаление баллонного катетера и установка интродьюсера Radifocus 7 F в антеградном направлении (рис. 10, *в*).

При помощи баллонного катетера Admiral 5,0–80 мм и жесткого гидрофильного проводника Radifocus 0,035” выполнена антеградная реканализация (рис. 11, *а*), БАП (рис. 12, *а, б*) подколенной артерии. При селективной ангиографии отмечается окклюзия ПББА, ЗББА (рис. 11, *б*). После обеспечения антеградного доступа к артериям голени при помощи проводника Gladius 0,014” выполнены проводниковая реканализация и атерэктомия из ПББА катетером JetStream 1,6 мм (рис. 12, *в*), баллонная ангиопластика из ПББА (рис. 12, *з*). Далее выполнено последовательное стентирование на всем протяжении ПБА, ПКА стентами с лекарственным покрытием Eluvia 6,0–120 мм. После восстановления кровотока удален антеградный интродьюсер из ПБА с одномоментным продленным (до 5 мин) раздуванием баллонного катетера с лекарственным покрытием Admiral InPact 6,0–80 мм в проксимальном сегменте ПБА через удаленный доступ (рис. 13).

При контрольной ангиографии (рис. 14, *а, б*) кровотоки ПБА, ПКА, ПББА восстановлен. Кож-

ные покровы в месте антеградной пункции окклюзированной артерии без признаков гематомы (рис. 14, *в*).

Проведена контрольная ультразвуковая доплерография артерий нижних конечностей в раннем послеоперационном периоде. УЗ-



Рис. 11. Реканализация подколенной артерии. Ангиография артерий голени:

а – антеградная реканализация через интродьюсер в окклюзированной ПБА (стрелки); *б* – стрелками указаны окклюзии ПББА, ЗББА

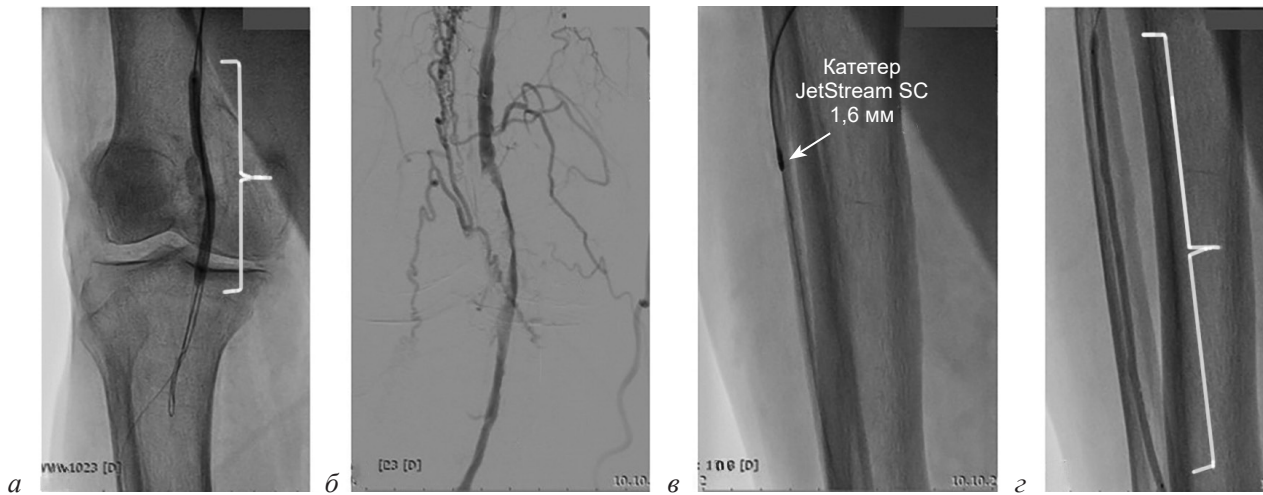


Рис. 12. Выполнение баллонной ангиопластики подколенной артерии, артерий голени:

a – скобкой указано положение баллонного катетера ПкА; *б* – контрольная ангиография после ангиопластики; *в* – выполнение катетерной атерэктомии ПББА; *г* – скобкой указано положение баллонного катетера при выполнении ангиопластики ПББА

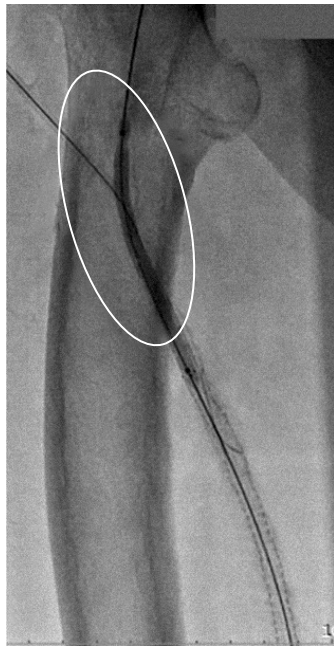


Рис. 13. Удаление интродьюсера с одномоментным раздуванием баллонного катетера

признаков гематом (в том числе пульсирующих) в зоне пункции справа на бедре на момент исследования не отмечено.

Послеоперационный период протекал без осложнений. Пациентка выписана из стационара в удовлетворительном состоянии.

После операции пациентка продолжала принимать двойную антитромбоцитарную терапию. Отмечает улучшение клинической картины в виде снижения степени ишемии конечности и увеличения дистанции безболевой ходьбы – более 500 м.



Рис. 14. Контрольная ангиография правой нижней конечности:

a, б – ангиограммы ПБА, ПкА, артерий голени; *в* – вид места пункции окклюзированной ПБА

Описание случая 4

Больная А., 87 лет. Находилась на стационарном лечении в Российском научно-клиническом центре геронтологии в 2025 г. с диагнозом: Атеросклероз артерий нижних конечностей, окклюзия ПБА справа, стеноз ПкА справа до 70%, окклюзия ЗББА. Атеросклероз сонных артерий без гемодинамически значимого стенозирования. Окклюзия левой подключичной артерии. Стилл-синдром слева. Хроническая ишемия нижних конечностей

IV стадии. ИБС. Постинфарктный кардиосклероз (инфаркт миокарда в 2018 г.). Баллонная ангиопластика и стентирование коронарных артерий от 2018 г. Гипертоническая болезнь III степени. Артериальная гипертензия III стадии. Риск 4. Дислипидемия. НК I ст. Хронический гастрит. Язвенная болезнь двенадцатиперстной кишки, ремиссия.

Жалобы на боли в икроножных мышцах в правой НК при ходьбе на расстояние до 20 м. Трофические нарушения кожи правой голени.

Результаты обследований. МСКТ-ангиография: мультифокальное кальцинированное поражение артерий нижних конечностей. Оклюзия левой и правой поверхностных бедренных артерий от устьев (рис. 15).

Данные селективной ангиографии правой нижней конечности: окклюзия правой ПБА от устья. Коллатеральное заполнение стенозированной подколенной артерии (рис. 16).

Пациентка с критической ишемией правой нижней конечности, с трофическими нарушениями. По данным обследования, мультифокальное двухстороннее окклюзионно-стенотическое поражение поверхностных бедренных, подколенных артерий. Больной показано выполнение реваскуляризации правой нижней конечности. В данной ситуации сосудистой командой принято решение о проведении реваскуляризации правой НК с использовани-



Рис. 15. МСКТ-ангиография артерий нижних конечностей (а, б). Стрелками указана окклюзия правой ПБА от устья и восстановление кровотока в ПБА

ем устройства для временного поддержания просвета.

Описание операции. Доступ: левый контралатеральный, бедренный, ретроградный. В правую НПА проведен интродьюсер Flexor 6 F. Выполнена проводниковая реканализация окклюзированной правой ПБА в проксимальном сегменте. Баллонным катетером Admiral 4,0–80 мм выполнена баллонная ангиопластика проксимального сегмента ПБА (рис. 17, а).

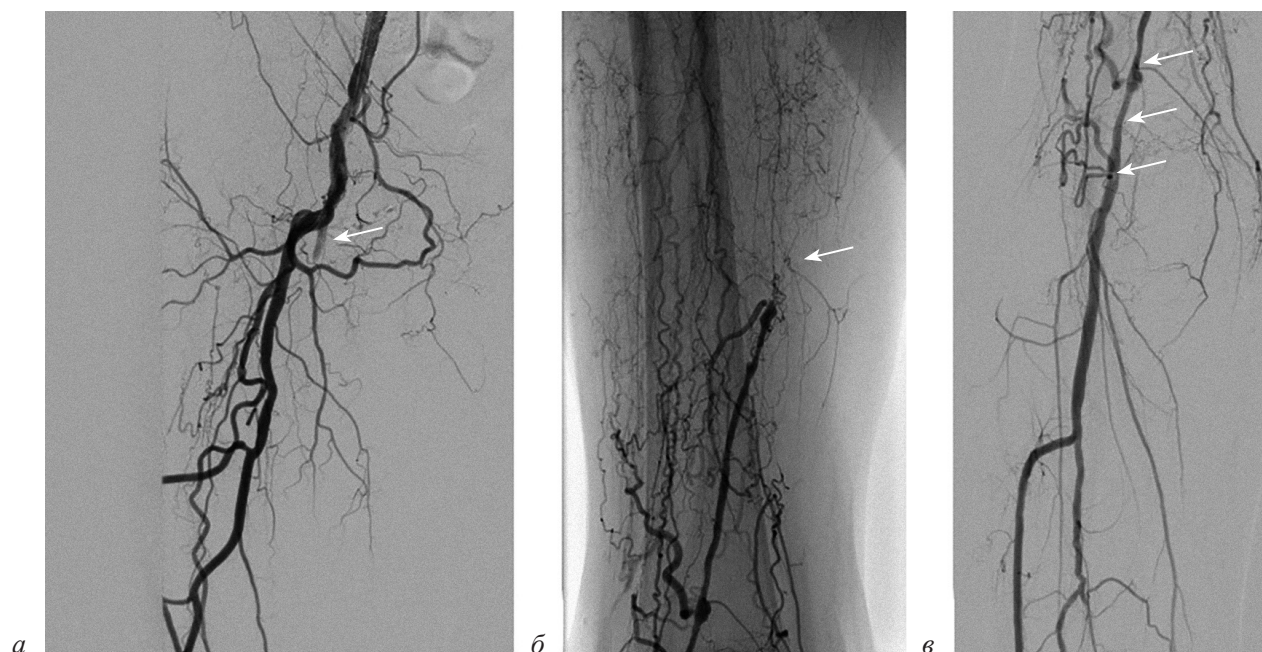


Рис. 16. Селективная ангиография артерий правой нижней конечности:

а, б – стрелками указана протяженная окклюзия поверхностной бедренной артерии; в – стрелками указаны стенозы подколенной артерии

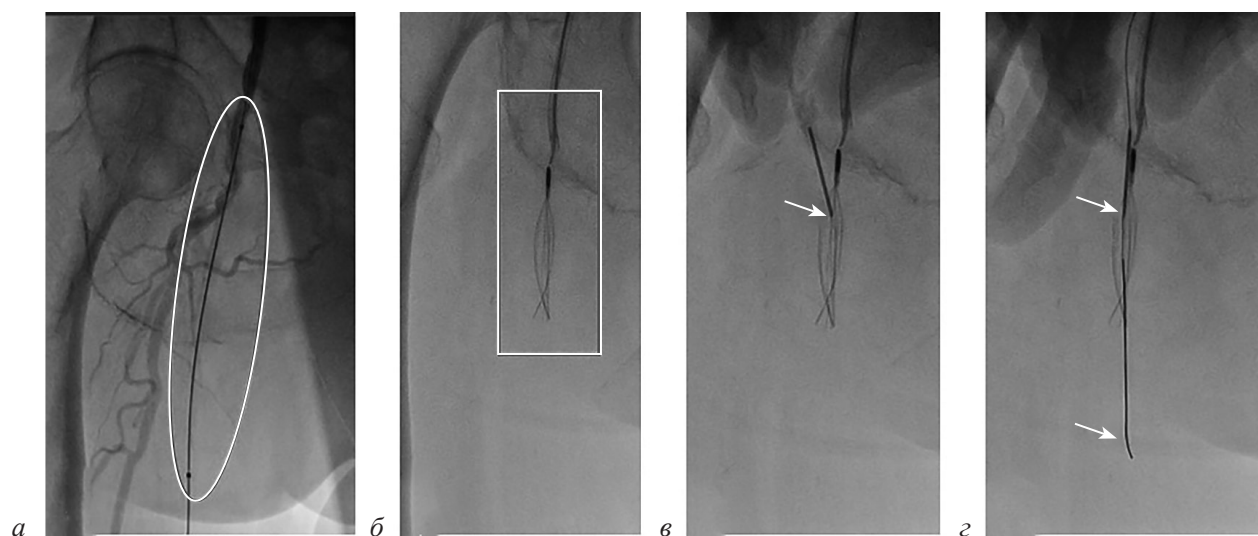


Рис. 17. Выполнение антеградной реканализации ПБА при помощи устройства:

а – овалом отмечено место позиционирования баллонного катетера; *б* – в рамке показан вид устройства для временного поддержания просвета артерии в ПБА; *в* – стрелкой указано место антеградной пункции окклюзированной артерии; *г* – стрелками указано антеградное проведение проводника 0,018” в сформированном после преддилатации просвете



Рис. 18. Контрольная ангиография правой нижней конечности. Стрелкой указано место пункции ПБА

Затем баллонный катетер удален и к месту предполагаемой пункции закрытой ПБА проведено устройство для временного удержания просвета артерии (рис. 17, б). После позиционирования устройства под контролем рентгеноскопии выполнена антеградная пункция ПБА между стратами устройства (рис. 17, в). В последующем выполнены антеградное проведение проводника 0,018” (рис. 17, г) и установка интродьюсера. Затем осуществлена проводниковая реканализация дистального сегмента ПБА с выводом проводника в истинный просвет подколенной артерии. На баллонном катетере выполнена замена проводника на жесткий гидрофильный Radifocus 0,035”, баллонная ангиопластика баллонным катетером Admiral 5,0–80 мм и стентирование стентами с лекарственным покрытием Eluvia 6,0–100 мм на всем протяжении окклюзированной ранее ПБА.

После восстановления кровотока выполнено удаление антеградного интродьюсера из ПБА с одномоментным продленным (до 5 мин) раздуванием баллонного катетера Admiral 6,0–80 мм. При контрольной ангиографии признаков экстравазаций, диссекций в месте антеградной пункции ПБА не отмечено (рис. 18).

Обсуждение

Заболевание периферических артерий является наиболее частой причиной перемежающейся хромоты. Окклюзия или стеноз ПБА

в сочетании с поражением артерий голени часто приводит к критической ишемии конечности. При лечении КИНК восстановление прямого кровотока к стопе имеет решающее значение для достижения эффективных результатов лечения. У ЭХ есть несколько преимуществ, в том числе значительное снижение хирургической травмы, сокращение времени восстановления пациента и повышение общей эффективности лечения. По сравнению с традиционной открытой хирургией ЭХ является менее травматичным вмешательством, что делает его особенно подходящим для пациентов с высоким риском, особенно с плохим состоянием дистального оттока [9]. Поражение проксимального сегмента ПБА затрудняет реканализацию с восстановлением полноценного кровотока нижних конечностей. В случаях, когда имеется окклюзия в проксимальном сегменте ПБА, антеградная реканализация через ипсилатеральную общую бедренную артерию, особенно при высокой бифуркации бедренных артерий, не представляется возможной [10]. Таким образом, выбор наиболее подходящего доступа стал главным вопросом при лечении таких пациентов.

В статье обсуждаются четыре новые методики для осуществления доступа к окклюзированной ПБА. Все методики довольно легко выполнимы и, кроме варианта с использованием специального устройства для временного поддержания просвета, не требуют дополнительного «нестандартного» инструментария. С использованием всех четырех методик эндоваскулярные хирурги получают удобный доступ, «короткое удобное и эффективное плечо» для манипуляции в нижних этажах НК. Также при использовании доступов после предварительной дилатации ПБА отсутствует необходимость гемостаза на оперированной НК. Происходит так называемый эндолуминальный гемостаз на месте пункции ПБА.

Заключение

Чрескожная транслуминальная ангиопластика поверхностной бедренной артерии – проверенный, безопасный и эффективный метод, обеспечивающий хорошие среднесрочные клинические результаты и показатели проходимости. Выбор различных подходов зависит от анатомических и технических особенностей для достижения наилучшего результата.

Для пациентов с хронической ишемией конечностей и окклюзией поверхностной бедренной артерии от устья техника пункции окклюзированной артерии является безопасным и эффективным вариантом для обеспечения сосудистого доступа, особенно когда требуется одновременное многоуровневое восстановление кровотока в конечности.

Техника доступа через окклюзированную артерию позволяет применять субстрат-убирающие устройства на артериях голени, а также обеспечивает надежный гемостаз в месте пункции артерии за счет длительной баллонной дилатации.

Литература/References

1. Кавтеладзе З.А. Эндоваскулярная хирургия поражений артерий нижних конечностей. В кн.: Алекян Б.Г. (ред.) Рентгенэндоваскулярная хирургия. Национальное руководство. В 4 т. Т. 3. Сосудистые, неврологические, хирургические, онкологические, гинекологические и урологические заболевания. М.: Литтерра; 2017. Kavteladze Z.A. Endovascular surgery for lower limb artery lesions. In: Alekyan B.G. (Ed.) Endovascular surgery. In 4 vol. Vol. 3. Vascular, neurological, surgical, oncological, gynecological, and urological diseases. Moscow: Litterra; 2017 (in Russ.).
2. Кавтеладзе З.А., Даниленко С.Ю., Ермолаев П.М., Камалов Ю.Р., Ткачева О.Н. Новые, альтернативные доступы для эндоваскулярной хирургии артерий нижних конечностей. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2025; 10-2: 85–93. DOI: 10.17116/hirurgia202510285 Kavteladze Z.A., Danilenko S.Yu., Ermolaev P.M., Kamalov Yu.R., Tkacheva O.N. New, alternative approaches for endovascular surgery of the lower limb arteries. *Surgery. Journal named after N.I. Pirogov*. 2025; 10-2: 85–93 (in Russ.). DOI: 10.17116/hirurgia202510285
3. He Z., Wang B., Meng H., Zhang L., Zhang Q. A new technique of anterograde puncture for chronic limb-threatening ischemia with superficial femoral artery flush occlusion: vascular sheath fenestration. *Heart Vessels*. 2025; 40: 875–882. DOI: 10.1007/s00380-025-02534-6
4. Pristipino C., Trani C., Nazzaro M., Berni A., Patti G., Patrizi R. et al. Prospective registry of vascular access in interventions in Lazio Region study group. Major improvement of percutaneous cardiovascular procedure outcomes with radial artery catheterisation: results from the PREVAIL study. *Heart*. 2009; 95: 476e82. DOI: 10.1136/hrt.2008.150714
5. Petrov I., Stankov Z., Tasheva I., Stanilov P. Safety and efficacy of transbrachial access for endovascular procedures: a singlecenter retrospective analysis. *Cardiovasc. Revasc. Med*. 2020; 21: 1269e73. DOI: 10.1016/j.carrev.2020.02.023
6. Millon A., Della Schiava N., Brizzi V., Arsicot M., Boudjelit T., Herail J. et al. The antegrade approach using transbrachial access improves technical success rate of endo-

- vascular recanalization of TASC C-D aortoiliac occlusion in case of failed femoral access. *Ann. Vasc. Surg.* 2015; 29: 1346e52. DOI: 10.1016/j.avsg.2015.04.073
7. Кавтеладзе З.А., Даниленко С.Ю., Петренко П.Н., Брутян Г.А., Желтов Н.Ю., Эртман В.Г. Возможности эндоваскулярной хирургии при повторных вмешательствах на магистральных артериях нижних конечностей. *Эндоваскулярная хирургия.* 2015; 2 (4): 45–51.
Kavteladze Z.A., Danilenko S.Yu., Petrenko P.N., Brutyan G.A., Zheltov N.Yu., Ertman V.G. Possibilities of endovascular surgery in repeated interventions on the main arteries of the lower extremities. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2015; 2 (4): 45–51 (in Russ.).
 8. Кавтеладзе З.А., Завалишин С.Е., Даниленко С.Ю., Эртман В.Г. Повторные эндоваскулярные и гибридные вмешательства после открытых операций на магистральных артериях нижних конечностей. *Эндоваскулярная хирургия.* 2018; 5 (2): 276–287.
Kavteladze Z.A., Zavalishin S.E., Danilenko S.Yu., Ertman V.G. Repeated endovascular and hybrid interventions after open surgery on the main arteries of the lower extremities. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2018; 5 (2): 276–287 (in Russ.).
 9. Wu Y.W., Wang C.Y., Cheng N.C., Lin H.J., Huang H.L., Huang J.H. et al. 2024 TSOC/TSPS joint consensus: strategies for advanced vascular wound management in arterial and venous diseases. *Acta Cardiol. Sin.* 2024; 40 (1): 1–44.
 10. Zhaopeng H., Boyu W., Haoyong M., Lei Z., Qingfu Zh. A new technique of antegrade puncture for chronic limb-threatening ischemia with superficial femoral artery flush occlusion: vascular sheath fenestration. *Heart Vessels.* 2025; 40 (10): 875–882.

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.133.3-089.28

Эндопротезирование псевдоаневризмы левой внутренней сонной артерии после каротидной эндартерэктомии

М.И. Генералов, Т.М. Ахмедов✉, К.А. Андреев, Д.М. Кокорин, А.С. Иванов, Д.Н. Николаев, А.Н. Олещук, Д.Н. Майстренко

ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. акад. А.М. Гранова»
Минздрава России, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Генералов Михаил Игоревич, канд. мед. наук, заведующий отделением сосудистой хирургии и рентгенэндоваскулярной диагностики и лечения; orcid.org/0000-0001-8980-5240

✉ **Ахмедов Теймур Мушвинович**, ординатор; orcid.org/0000-0001-8318-6311,
e-mail: Timur171199@yandex.ru

Андреев Кирилл Александрович, ординатор; orcid.org/0000-0002-2995-9827

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

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

Николаев Дмитрий Николаевич, канд. мед. наук, сосудистый хирург; orcid.org/0000-0003-0501-7007

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

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

Резюме

По данным ежегодных отчетов «Состояние сосудистой хирургии в Российской Федерации», число оперативных вмешательств на брахиоцефальных артериях (БЦА) стремительно растет, что свидетельствует об увеличении числа пациентов с патологиями этого сегмента и улучшении диагностических возможностей. Одним из осложнений операций на БЦА является формирование ложной аневризмы. Развитие эндоваскулярных технологий расширяет варианты лечения данной патологии, и для большинства хирургов эндоваскулярная постановка стент-графта является более предпочтительной, чем открытое оперативное вмешательство. В представленном клиническом наблюдении продемонстрирован один из вариантов лечения псевдоаневризмы левой внутренней сонной артерии после каротидной эндартерэктомии, позволяющий минимизировать количество повторных открытых операций и связанных с ними осложнений, сократить время пребывания в стационаре и облегчить реабилитацию в послеоперационном периоде.

Ключевые слова: каротидная эндартерэктомия, псевдоаневризма, эндоваскулярное лечение, стент-графт

Для цитирования: Генералов М.И., Ахмедов Т.М., Андреев К.А., Кокорин Д.М., Иванов А.С., Николаев Д.Н., Олещук А.Н., Майстренко Д.Н. Эндопротезирование псевдоаневризмы левой внутренней сонной артерии после каротидной эндартерэктомии. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (4): 530–536. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4-530-536

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 23.10.2025
Принята к печати 12.12.2025

Stent-graft treatment for pseudoaneurysm of the left internal carotid artery after endarterectomy

M.I. Generalov, T.M. Akhmedov✉, K.A. Andreev, D.M. Kokorin, A.S. Ivanov, D.N. Nikolaev, A.N. Oleshchuk, D.N. Maystrenko

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

Mikhail I. Generalov, Cand. Med. Sci., Head of the Department of Vascular Surgery and X-ray Endovascular Diagnostics and Treatment; orcid.org/0000-0001-8980-5240

✉ **Teymur M. Akhmedov**, Resident Physician; orcid.org/0000-0001-8318-6311, e-mail: Timur171199@yandex.ru

Kirill A. Andreev, Resident Physician; orcid.org/0000-0002-2995-9827

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

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

Dmitriy N. Nikolaev, Cand. Med. Sci., Vascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-0501-7007

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

Dmitriy N. Maystrenko, Dr. Med. Sci., Director; orcid.org/0000-0001-8174-7461

Abstract

According to the annual reports "The state of vascular Surgery in the Russian Federation", the number of surgical interventions on brachiocephalic arteries (BCA) is growing rapidly, which indicates an increase in the number of patients with pathologies of this segment and an improvement in diagnostic capabilities. One of the complications of the operations on the BCA is the formation of a false aneurysm. The development of endovascular technologies expands the possibilities of treating this pathology, and most surgeons often prefer the installation of an endovascular stent graft for open surgery.

In the clinical case described by us, we demonstrated one of the treatment options for pseudoaneurysms of the left internal carotid artery after carotid endarterectomy, which minimizes the number of repeated open surgeries and related complications, reduces hospital stay and facilitates rehabilitation in the postoperative period.

Keywords: carotid endarterectomy, pseudoaneurysm, endovascular repair, stent-graft

For citation: Generalov M.I., Akhmedov T.M., Andreev K.A., Kokorin D.M., Ivanov A.S., Nikolaev D.N., Oleshchuk A.N., Maystrenko D.N. Stent-graft treatment for pseudoaneurysm of the left internal carotid artery after endarterectomy. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (4): 530–536 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4-530-536

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

Received October 23, 2025
Accepted December 12, 2025

Введение

Ишемический инсульт занимает третье место в числе лидирующих причин смерти в общей популяции, а также чаще других патологий ведет к инвалидизации трудоспособного населения. По оценкам экспертов ФГБНУ «Научный центр неврологии», ежегодно в России фиксируется более 400 тыс. инсультов. И с каждым годом их число растет. Одной из главных причин развития данного заболевания является стеноз или окклюзия внутренней сонной артерии (ВСА) атеросклеротическими бляшками [1].

Хирургическое лечение атеросклеротического поражения экстракраниальных сонных артерий на сегодняшний день осуществляется либо путем выполнения открытой каротидной эндартерэктомии, либо эндоваскулярно – с помощью имплантации стента.

Каротидная эндартерэктомия – рутинный метод профилактики ишемического инсульта у пациентов с атеросклеротическим поражением ВСА с доказанной безопасностью и эффективностью [1]. Динамика развития хирургии брахиоцефальных артерий (БЦА) направлена в сторону роста удельного веса открытых операций по сравнению с эндоваскулярными вмешательствами.

По данным ежегодных отчетов «Состояние сосудистой хирургии в Российской Федерации», в 2018 г. в России выполнено 19 713 операций на БЦА, из которых 5081 проведена эндоваскулярно, что составляет 25,8% от всего числа операций. Согласно отчету за 2023 г., было выполнено уже 23 468 операций на БЦА,

из которых 3847 – эндоваскулярно, что составило 16,4%. Таким образом, общее количество всех выполненных операций на брахиоцефальных артериях в 2023 г. увеличилось по сравнению с 2018 г. на 19%, а доля эндоваскулярных – снизилась на 24,3%, что свидетельствует о том, что открытая хирургия на БЦА имеет больший удельный вес на сегодняшний день [2].

В настоящее время широко применяют несколько основных вариантов выполнения каротидной эндартерэктомии – классическая техника с пластикой заплатой или первичным швом, эверсионная эндартерэктомия и протезирование ВСА. Выбор модификации операции обусловлен анатомическим вариантом поражения, толерантностью головного мозга к ишемии, опытом и предпочтениями хирурга.

К осложнениям периоперационного периода относят острое нарушение мозгового кровообращения, кровотечение, гематому на шее, повреждение черепно-мозговых нервов. Среди осложнений каротидной эндартерэктомии в отдаленные сроки обращают на себя внимание рестеноз и ложная аневризма зоны реконструкции [3].

Ложная аневризма ВСА встречается нечасто. Среди основных причин большинство авторов указывают последствия закрытой травмы и/или прямого ее повреждения (включая ятрогенное при катетеризации яремной вены). Среди нехирургических причин выделяют: состояние после лучевой терапии, врожденную несостоятельность соединительной ткани, болезнь Бехчета. Отдельную группу представляют ложные аневризмы после перенесенного

оперативного вмешательства на сонной артерии или в непосредственной близости от нее [4–6].

Кроме того, есть сообщение о формировании ложной аневризмы дистального отдела ВСА вследствие интраоперационного использования временного внутрипросветного шунта с раздуваемыми баллонами во время каротидной эндартерэктомии [7].

Многие авторы сходятся во мнении, что ложная аневризма ВСА – относительно редкое осложнение после реконструктивных операций на этой артерии и встречается в 0,25–1% наблюдений [8–10].

В 2013 г. M. Carnini et al. представили один клинический случай стентирования стент-графтом псевдоаневризмы ВСА, возникшей после каротидной эндартерэктомии. Через 12 мес после операции стент-графт был проходим [11].

По данным M.F. Abdelhamid et al., частота развития ложной аневризмы ВСА после каротидной эндартерэктомии у пациентов составила 0,04% (5 случаев из 12 000) [12, 13].

Частота образования ложной аневризмы (псевдоаневризмы) ВСА, по данным литературы, не зависит от выбранного способа реконструкции. Использование синтетических, аутовенозных и ксеноперикардальных заплат не приводит к увеличению количества ложных аневризм по сравнению с этим показателем при использовании первичного шва и эверсионной эндартерэктомии [1, 6, 10].

Сроки образования ложной аневризмы, по наблюдениям авторов, составляют от 2 нед до 10 лет. При этом в большинстве доступных сообщений отмечается раннее формирование ложной аневризмы – в сроки до 30 дней после операции [12].

Самой частой жалобой пациентов с ложной аневризмой ВСА после каротидной эндартерэктомии является пульсирующее образование на шее на стороне операции, иногда даже с нарушением дыхания и глотания. Значительно реже пациент предъявляет жалобы на боль в заушной области, переходящую неврологическую симптоматику и/или клиническую картину острого нарушения мозгового кровообращения [6, 14].

Диагностика ложной аневризмы сонной артерии не вызывает трудностей. Порой достаточно тщательного опроса, осмотра пациента и скринингового ультразвукового исследова-

ния. Для уточнения локализации и протяженности поражения, а также определения степени вовлечения близлежащих структур и планирования операции необходимо выполнить мультиспиральную компьютерную томографию с болюсным внутривенным контрастированием [9].

Все пациенты с выявленной ложной аневризмой подлежат оперативному лечению. Эндоваскулярное лечение псевдоаневризмы, по общему мнению, является более предпочтительным по сравнению с хирургическим [1, 10].

Ниже мы представляем собственное наблюдение, демонстрирующее возможности эндоваскулярной хирургии в устранении данной патологии.

Описание случая

В отделение Центра был направлен пациент Б., 77 лет, с диагнозом «аневризма инфраренального отдела аорты» для эндоваскулярного протезирования. При поступлении пациент предъявлял жалобы на припухлость шеи слева, болезненность и поперхивание при глотании. Из анамнеза установлено, что пациент перенес каротидную эндартерэктомию из левой ВСА с пластикой аутовеной по поводу субокклюзии левой ВСА.

По данным компьютерной томографии (КТ) и УЗИ в день поступления была выявлена ложная аневризма ВСА диаметром 21 мм с диссекцией интимы и формирующимся пристеночным тромбом (рис. 1, 2).

Проведен консилиум. Учитывая анатомическое расположение псевдоаневризмы левой ВСА, а также в связи с высоким риском развития тромбоэмболических, неврологических осложнений и угрозой разрыва аневризмы было принято решение, что наиболее предпочтительно выполнить эндоваскулярное вмешательство с установкой стент-графта в левую ВСА. В связи с III типом дуги аорты и большим диаметром системы доставки конструкции решено осуществить доступ через левую общую сонную артерию (ОСА).

Под эндотрахеальной анестезией в операционной осуществлен хирургический доступ к проксимальной части левой ОСА. Под контролем С-дуги установлен интродьюсер 7 F. Выполнена ангиография левой сонной артерии. На 25 мм выше проксимального края пластики выявлена псевдоаневризма с макси-

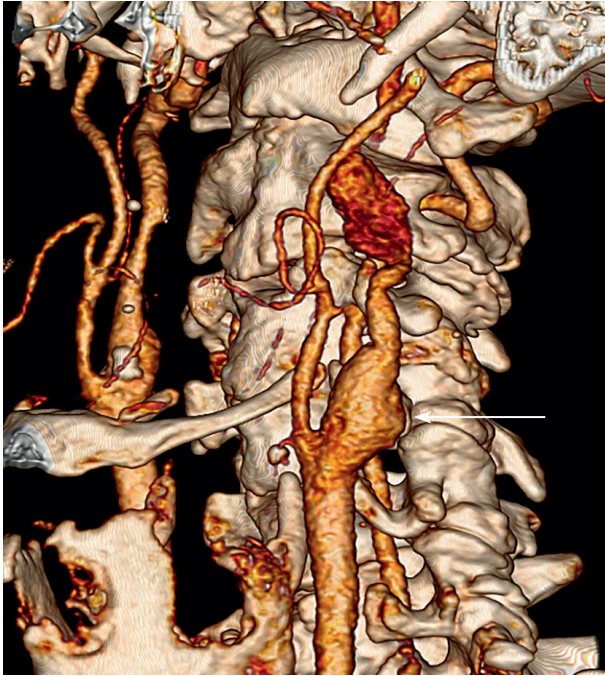


Рис. 1. КТ-ангиография брахиоцефальных артерий перед операцией, 3D-реконструкция. Выраженный стеноз левой ВСА (стрелкой указана проксимальная часть пластики)

мальным внутренним диаметром 21 мм, сдавливающая ствол ВСА на протяжении 23 мм. Далее экстракраниальная и интракраниальная части ВСА без патологических изменений.

Выше зоны псевдоаневризмы, в неизмененную экстракраниальную часть левой ВСА был

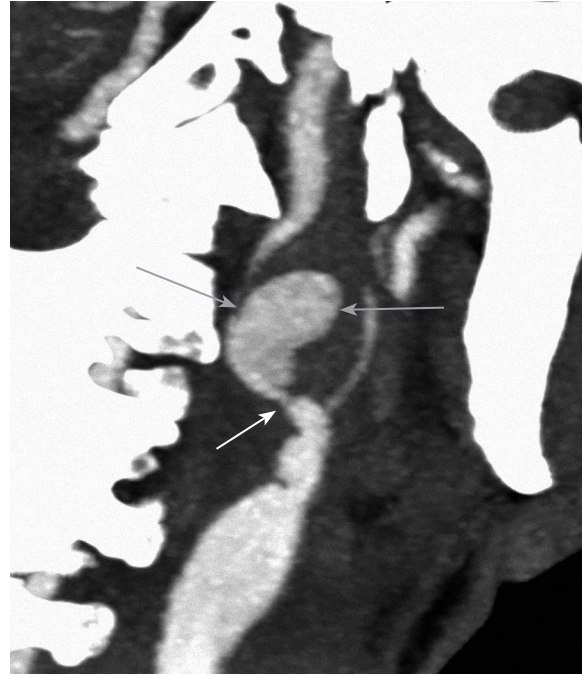
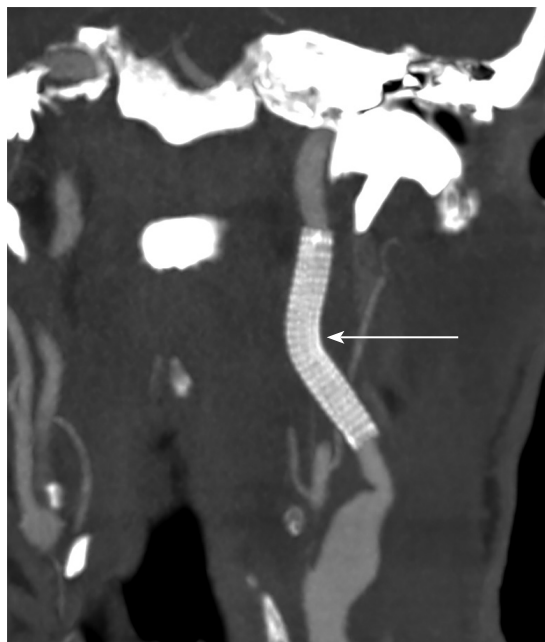


Рис. 2. КТ-ангиография брахиоцефальных артерий, МРI-режим (серыми стрелками отмечена псевдоаневризма ВСА, белой стрелкой – место сдавления левой ВСА)

заведен проводник STABILIZER 0,014 inch. Через стенозированный участок левой ВСА установлена система защиты от дистальной эмболии Spider FX 6 мм. Осуществлено эндопротезирование псевдоаневризмы левой ВСА саморасширяющимся стент-графтом VIABAHN



а



б

Рис. 3. Контрольная КТ-ангиография брахиоцефальных артерий (а, б). Псевдоаневризма не визуализируется (стрелками обозначен расправленный стент-графт)

диаметром 6 мм, длиной 50 мм. Выполнена постдилатация конструкции баллонным катетером Ultraverse RX диаметром 5 мм, длиной 40 мм. На контрольном снимке признаков диссекции сосуда нет, стент-графт расправлен, полость псевдоаневризмы не визуализируется, кровоток компенсированный. Инструменты удалены, наложен шов на артериотомическое отверстие нитью Prolene 6.0. Послойный шов раны с дренированием.

Течение послеоперационного периода – без осложнений. Пациент получал антибактериальную, антикоагулянтную терапию. Контрольная КТ-ангиография на 2-е сутки после вмешательства подтвердила, что конструкция полностью раскрыта, псевдоаневризма изолирована, кровоток по левой ВСА полностью восстановлен (рис. 3, 4). На 7-е сутки после операции пациент выписан в удовлетворительном состоянии на амбулаторный этап лечения. Впоследствии в плановом порядке пациенту был успешно имплантирован стент-графт в аорту.

Обсуждение

В настоящее время эндоваскулярный метод лечения заболеваний сосудов является эффективной альтернативой открытым операциям. Сосудистые стент-графты успешно имплантируют для лечения пациентов с аневризмами грудного и брюшного отделов аорты, а так-

же аневризмами, разрывами, расслоениями, артериовенозными фистулами периферических артерий [11, 15].

Полученные нами результаты полностью согласуются с мнением большинства авторов, демонстрирующих в своих работах эффективность лечения с помощью стент-графтов пациентов с аневризмами, локализующимися у основания черепа, разрывами экстракраниальных отделов сонных артерий, ятрогенными повреждениями кавернозного сегмента ВСА и сонно-кавернозными фистулами [16, 17]. Авторы этих наблюдений делают вывод, что применение данных устройств позволяет простым, быстрым и наиболее эффективным путем сохранить артерию и кровоток в зоне, которая кровоснабжается ею. Эти конструкции имеют много потенциальных преимуществ для применения. Их имплантация дает возможность быстро выключить из кровотока аневризму, сохраняя проходимость артерии. При таком способе лечения ложной аневризмы БЦА частота дальнейшего ее роста и риск разрыва значительно ниже, нежели при эмболизации аневризмы спиралями или жидкими веществами. Данная методика позволяет избежать манипуляций непосредственно в полости аневризмы, что снижает риск ее разрыва. Кроме того, при лечении больших и гигантских аневризм «эффект массы» после имплантации таких конструкций меньше, чем при эмболизации спиралями [10, 16].

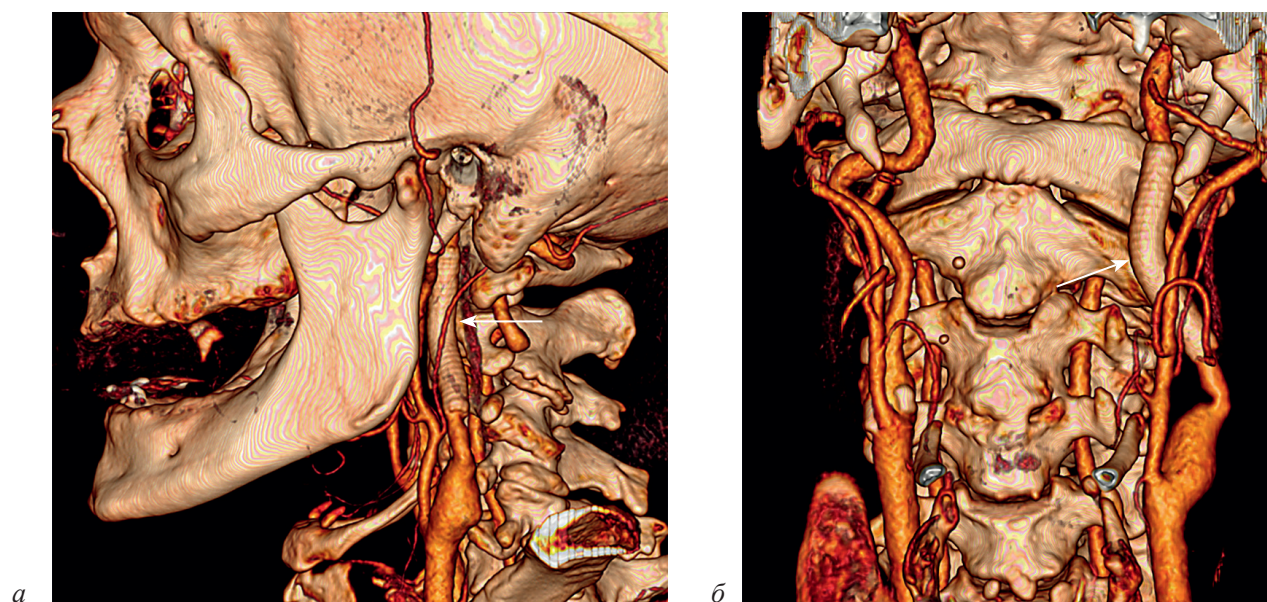


Рис. 4. Контрольная КТ-ангиография брахиоцефальных артерий после операции, 3D-реконструкция:

а – боковая проекция; б – прямая проекция. Визуализируется расправленный стент-графт (стрелки)

Недостатком этих имплантируемых устройств является их ригидность, что затрудняет прохождение по изгибам брахиоцефальных и церебральных артерий и может стать причиной спазма или диссекции. Кроме того, графты могут быть использованы лишь на участках сосудов, не имеющих каких-либо значимых ветвей, перекрытие которых может привести к развитию неврологических расстройств [18–20].

С другой стороны, при выборе повторного вмешательства после выполненной открытой каротидной эндартерэктомии у пациентов высок риск возникновения интра- и послеоперационных осложнений и впоследствии может развиться абсцедирование и нагноение послеоперационной раны.

Поэтому в нашем случае было решено выполнить эндоваскулярное вмешательство, которое позволило эффективно и безопасно исключить ложную аневризму ВСА, образовавшуюся после каротидной эндартерэктомии.

Заключение

В настоящее время применение мини-инвазивных эндоваскулярных технологий в сосудистой хирургии является мировым трендом. Благодаря малой травматичности, низкому риску развития кровотечения и других послеоперационных осложнений, а также короткому периоду послеоперационной реабилитации пациентов рентгенэндоваскулярные вмешательства на сосудах можно отнести к методам выбора в лечении многих сложных сосудистых заболеваний.

Литература/References

1. Клинические рекомендации по ведению пациентов с сосудистой артериальной патологией (Российский согласительный документ). Часть. 3. Экстракраниальные (брахиоцефальные) артерии. М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН; 2013.
Clinical guidelines for the management of patients with vascular arterial pathology (Russian consensus document). Part. 3. Extracranial (brachiocephalic) arteries. Moscow; 2013 (in Russ.).
2. Покровский А.В., Головюк А.Л. Состояние сосудистой хирургии в Российской Федерации в 2018 году. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2019; 25 (2, приложение): 8–16.
Pokrovskiy A.V., Golovyuk A.L. Situation of vascular surgery in the Russian Federation in 2018. *Angiology and Vascular Surgery*. 2019; 25 (2, Suppl.): 8–16 (in Russ.).
3. Бокерия Л.А., Гудкова Р.Г. Сердечно-сосудистая хирургия – 2010. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения. М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН; 2011.
Bockeria L.A., Gudkova R.G. Cardiovascular surgery – 2010. Diseases and congenital anomalies of the circulatory system. Moscow; 2011 (in Russ.).
4. Ахмедов А.Д., Усачев Д.Ю., Лукшин В.А., Беляев А.Ю., Соснин А.Д., Шмигельский А.Ю. Каротидная эндартерэктомия у пациентов с высоким хирургическим риском. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2013; 77 (4): 36–42.
Akhmedov A.D., Usachev D.Yu., Lukshin V.A., Belyaev A.Yu., Sosnin A.D., Shmigelskiy A.Yu. Carotid endarterectomy in patients with high surgical risk. *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2013; 77 (4): 36–42 (in Russ.).
5. Казанчян П.О., Ларьков Р.Н., Есаян А.В., Сотников П.Г., Козорин М.Г. Эффективность реконструкций внутренних сонных артерий у пациентов, перенесших ишемический инсульт. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2012; 3: 48–51.
Kazanchyan P.O., Larkov R.N., Esayan A.V., Sotnikov P.G., Kozorin M.G. Efficiency of reconstructions of internal carotid arteries in patients who underwent ischemic stroke. *Cardiology and Cardiovascular Surgery*. 2012; 3: 48–51 (in Russ.).
6. Güner A. Pseudoaneurysm after carotid stenting: a case report and review of the literature. *Turk. Kardiyol. Dern. Ars*. 2020; 48 (6): 613–618.
7. Джибладзе Д.Н. (ред.). Патология сонных артерий и проблема ишемического инсульта. М.: НИИ неврологии РАМН; 2002.
Dzhibladze D.N. (Ed.). Pathology of carotid arteries and the problem of ischemic stroke. Moscow; 2002 (in Russ.).
8. Hertzner N.R., Bena J.F. Patching plus extended exposure and tacking of the common carotid cuff may reduce the late incidence of recurrent stenosis after carotid endarterectomy. *J. Vasc. Surg.* 2013; 58 (4): 926–934.
9. Rucker L.G., Broering M.J., Kuhn B.A., Kulwicki A., Recht M.H., Muck P.E. Transcarotid repair of carotid artery pseudoaneurysm after carotid artery endarterectomy with tandem distal internal carotid artery stenosis. *J. Vasc. Surg. Cases Innov. Tech.* 2020; 6 (1): 136–139. DOI: 10.1016/j.jvscit.2020.01.002
10. Rizwan M., Smith C., Faro S., Malas M.B. Transcarotid artery stenting for carotid artery pseudoaneurysm using flow reversal technique. *J. Vasc. Surg. Cases Innov. Tech.* 2018; 4 (2): 115–118. DOI: 10.1016/j.jvscit.2018.01.005
11. Carnini M., Piffaretti G., Lomazzi C. Stent-graft repair of carotid endarterectomy-related pseudoaneurysm. *J. Acute Dis.* 2013; 2: 61–65.
12. Abdelhamid M.F., Wall M.L., Vohra R.K. Carotid artery pseudoaneurysm after carotid endarterectomy: case series and a review of the literature. *Vasc. Endovascular Surg.* 2009; 43 (6): 571–577. DOI: 10.1177/1538574409334827
13. Jiang Ch., Liu J., Zhuo N., Wei Yu Fan J. Successful treatment of iatrogenic internal carotid artery pseudoaneurysm following carotid endarterectomy with thrombin injection: a case report. *J. Med. Case Rep.* 2024; 18: 282.

14. Azouz V., Fahmy J.N., Kornbau C., Petrinc D. Recurrent pseudoaneurysm after carotid endarterectomy. *J. Vasc. Surg. Cases Innov. Tech.* 2019; 5 (2): 128–131. DOI: 10.1016/j.jvscit.2018.12.010
15. Ahuja V., Tefera G. Successful covered stent-graft exclusion of carotid artery pseudoaneurysm: two case reports and review of literature. *Ann. Vasc. Surg.* 2007; 21: 367–372.
16. Lopes A., Gomes M.L., Sobrinho G., Pedro L.M. Surgical treatment of post-carotid endarterectomy carotid pseudoaneurysm. *EJVES Short Rep.* 2019; 46: 12–13. DOI: 10.1016/j.ejvssr.2019.06.002
17. Naylor R. Management of prosthetic patch infection after CEA. *J. Cardiovasc. Surg.* 2016; 57 (2): 137–144.
18. Hillman Terzian W.T., Schadt S., Sheth S.U. Right carotid-cutaneous fistula and right carotid pseudoaneurysm formation secondary to a chronically infected polyethylene terephthalate patch. *Int. J. Crit. Illn. Inj. Sci.* 2018; 8 (1): 48–51. DOI: 10.4103/IJCIIS.IJCIIS_62_17
19. Bannazadeh M., Sattari A.R., Skriposchnik E., Tzavelas G., Tassiopoulos A. Endovascular repair of infected carotid pseudoaneurysm: a case report. *Int. J. Surg. Case Rep.* 2020; 72: 163–165. DOI: 10.1016/j.ijscr.2020.05.005
20. Menna D., Ruggiero M., Speziale F. Infected pseudoaneurysm after carotid endarterectomy: mismatch between clinical presentation and origin. *Ann. Vasc. Surg.* 2014; 28 (3): 17–19. DOI: 10.1016/j.avsg.2013.07.017

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.137-005.4-089.819.5

Эндоваскулярное лечение критической ишемии верхней конечности у пациентки с вариантной анатомией дуги аорты

Н.В. Сусанин ✉, О.И. Кудрявцев, В.В. Завацкий, Н.Н. Яковлев

ГБУЗ «Александровская больница», Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉ **Сусанин Николай Викторович**, врач – сердечно-сосудистый хирург, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-8374-1503, e-mail: nsusanin1994@mail.ru

Кудрявцев Олег Игоревич, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-1030-5337

Завацкий Вячеслав Владимирович, заведующий отделением сосудистой хирургии; orcid.org/0000-0002-9970-0415

Яковлев Николай Николаевич, врач – сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0003-0980-4657

Резюме

В статье представлен клинический случай стентирования правой подключичной артерии у пациентки с критической ишемией верхней конечности и вариантной анатомией дуги аорты. Пациентка 67 лет поступила в приемный покой Регионального сосудистого центра с болями в правой верхней конечности. При осмотре выявлены формирующиеся трофические нарушения пальцев правой кисти; по результатам компьютерной томографии обнаружен гемодинамически значимый стеноз правой aberrантной подключичной артерии в 1-м сегменте. После выполнения стентирования симптомы критической ишемии купировались, на фоне этапных некрэктомий удалось добиться полного заживления трофических дефектов пальцев кисти.

Ключевые слова: стентирование, критическая ишемия, эндоваскулярное лечение, подключичная артерия

Для цитирования: Сусанин Н.В., Кудрявцев О.И., Завацкий В.В., Яковлев Н.Н. Эндоваскулярное лечение критической ишемии верхней конечности у пациентки с вариантной анатомией дуги аорты. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (4): 537–542. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4-537-542

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 14.10.2025
Принята к печати 28.11.2025

Endovascular treatment of critical ischemia of the upper limb in a patient with variant anatomy of the aortic arch

N.V. Susanin ✉, O.I. Kudryavtsev, V.V. Zavatskiy, N.N. Yakovlev

Aleksandrovskaya Hospital, St. Petersburg, Russian Federation

✉ **Nikolay V. Susanin**, Cardiovascular Surgeon, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-8374-1503, e-mail: nsusanin1994@mail.ru

Oleg I. Kudryavtsev, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-1030-5337

Vyacheslav V. Zavatskiy, Head of the Vascular Surgery Department; orcid.org/0000-0002-9970-0415

Nikolay N. Yakovlev, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-0980-4657

Abstract

The article presents a clinical case of stenting of the right subclavian artery in a patient with critical ischemia of the upper limb and variant anatomy of the aortic arch. A 67-year-old female patient was admitted to the emergency room of the Regional Vascular Center with pain in the right upper limb. During examination, developing trophic disorders of the fingers of the right hand were revealed, and during computed tomography, hemodynamically significant stenosis of the right aberrant subclavian artery in segment 1 was detected. After stenting, the symptoms of critical ischemia were relieved, and against the background of staged necrectomy, complete healing of trophic defects of the fingers was achieved.

Keywords: stenting, critical ischemia, endovascular treatment, subclavian artery

For citation: Susanin N.V., Kudryavtsev O.I., Zavatskiy V.V., Yakovlev N.N. Endovascular treatment of critical ischemia of the upper limb in a patient with variant anatomy of the aortic arch. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (4): 537–542 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-4-537-542

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

Received October 14, 2025

Accepted November 28, 2025

Введение

Окклюзионно-стенотическое поражение подключичной артерии встречается в общей популяции у 2–4% населения и является достаточно распространенным [1, 2]. Основной причиной гемодинамически значимых поражений подключичной артерии служит атеросклероз. К менее распространенным причинам относятся артериит Такаясу, радиационно-индуцированные стенозы и сдавление сосуда опухолью [3–5]. Гемодинамически значимые поражения подключичной артерии очень часто протекают бессимптомно, между тем у некоторых больных могут быть различные клинические проявления, включающие вертебробазилярную недостаточность (последствия синдрома позвоночно-подключичного обкрадывания), ишемию верхних конечностей и миокарда (у пациентов, перенесших маммарно-коронарное шунтирование) [6].

Особый интерес представляют поражения брахиоцефальных артерий при аномалиях дуги аорты. Наиболее распространенной эмбриологической аномалией является aberrantная правая подключичная артерия (ARSA), известная как *arteria lusoria* [7]. Первое описание данной аномалии было представлено в 1735 г. Р.М. Hunauld [8]. Однако первое описание клинических проявлений данной патологии было приведено D. Bayford только в 1787 г. у женщины с дисфагией, при вскрытии которой была обнаружена ARSA [9]. В норме от дуги аорты отходят три крупные артерии. При варианте анатомии образуется четыре артерии: правая общая сонная артерия, левая общая сонная артерия, левая подключичная и ARSA. ARSA является наиболее дистальной ветвью дуги аорты и проходит от левой стороны позвоночника, позади пищевода и трахеи направо.

Представляем вашему вниманию клинический случай эндоваскулярного лечения пациентки с ARSA и критической ишемией правой верхней конечности.

Описание случая

Пациентка 67 лет поступила в приемный покой Регионального сосудистого центра Александровской больницы в конце декабря 2024 г. с жалобами на онемение и болезненность ногтевых фаланг II–V пальцев правой верхней конечности. Указанные жалобы отмечает около 1 мес. Обратилась к хирургу поликлиники, с подозрением на безболеую ишемию миокарда по скорой помощи отправлена в приемный покой. Из особенностей анамнеза – рабочее артериальное давление 220/120 мм рт. ст., обследование и лечение по данному поводу не проводилось, никаких препаратов на момент госпитализации пациентка не принимала. На основании инструментальных данных диагноз ишемии миокарда исключен, но при физикальном осмотре обнаружены ишемические изменения пальцев кисти правой верхней конечности (рис. 1).

Также при осмотре обращает на себя внимание отсутствие пульсации на плечевой, локтевой и лучевой артериях. При выполнении дуплексного сканирования артерий верхних конечностей определяется низкоамплитудный коллатеральный кровоток на артериях плеча и предплечья, однако достоверно определить локализацию гемодинамически значимого стеноза не представлялось возможным. На ос-



Рис. 1. Ишемия правой верхней конечности

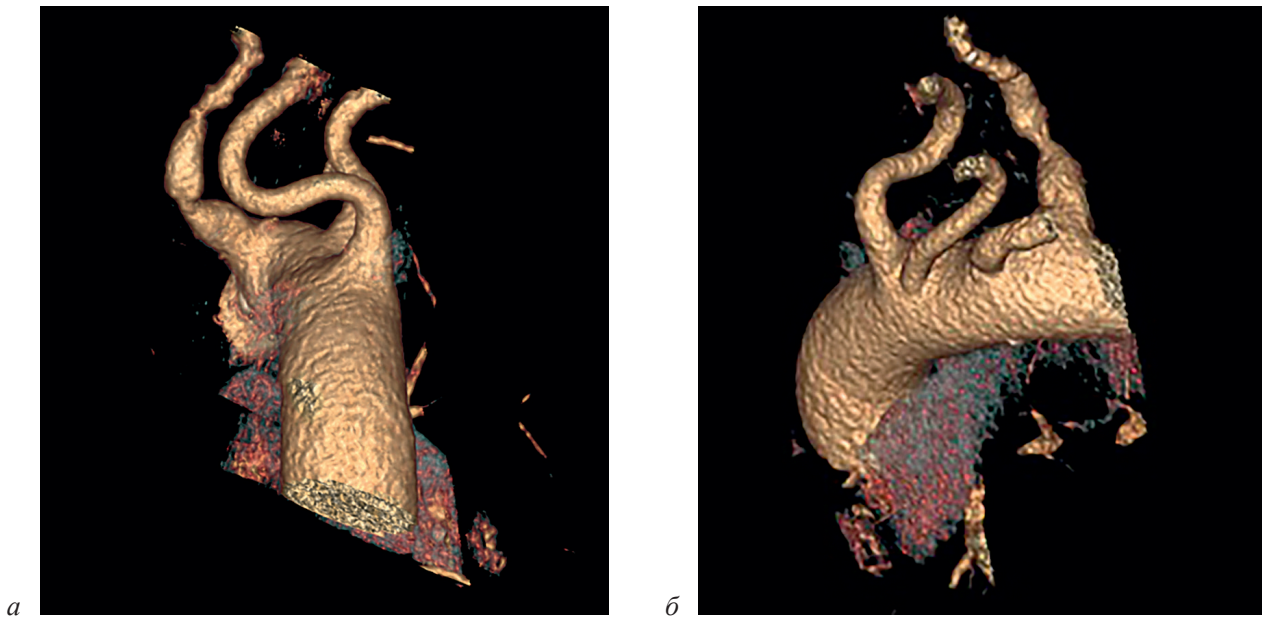


Рис. 2. 3D-реконструкция аорты (а, б). Отхождение правой подключичной артерии отдельным стволом. Также в 1-м сегменте артерии отмечается гемодинамически значимый стеноз

новании физикального осмотра и ультразвукового исследования выставлен предварительный диагноз: Окклюзия правой подключичной артерии. Критическая ишемия правой верхней конечности. Для уточнения диагноза и определения тактики лечения принято решение о выполнении мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) брахиоцефальных артерий с внутривенным контрастированием. По результатам исследования выявлены аномалия дуги аорты (ARSA), а также гемодинамически значимый стеноз (85%) в ее первом сегменте (рис. 2, 3).

Учитывая данные МСКТ (вариантная анатомия дуги аорты, значимый стеноз правой подключичной артерии), а также критическую ишемию правой верхней конечности, принято решение о выполнении прямой ангиографии с интраоперационным решением вопроса о стентировании. На следующий день после выполнения МСКТ пациентка подана в ангиографическую операционную для выполнения планируемого вмешательства.

Ход операции: после стандартного пункционного доступа к правой общей бедренной артерии установлен интродьюсер 6 F, по проводнику система интродьюсер–диагностический катетер доведена до устья правой подключичной артерии. Выполнена ангиография: определяются стеноз до субокклюзии в 1-м сегменте ARSA, аплазия правой позвоночной артерии, также отмечается аваскулярная зона

в области II–V пальцев кисти, что, скорее всего, обусловлено атероэмболией (рис. 4, 5).

Учитывая ангиографическую картину, принято решение о проведении баллонной ангиопластики со стентированием. По проводнику заведен баллонный катетер 5 × 40 мм, выполнена предилатация. Затем в зону стеноза имплантирован баллонорасширяемый стент 8 × 60 мм. По результатам контрольной ангиографии – стеноз скорректирован, быстрый антеградный кровоток на артериях верхней конечности (рис. 6).

Ранний послеоперационный период протекал без особенностей. При контрольном осмотре



Рис. 3. Компьютерная томография, аксиальный срез. Отмечается ретроэзофагеальное отхождение правой подключичной артерии



Рис. 4. Субокклюзия правой подключичной артерии в 1-м сегменте



Рис. 5. Аvascularная зона, обусловленная цифровой эмболизацией

на 1-е сутки после операции при выполнении УЗИ отмечается магистральный кровоток на плечевой, локтевой и лучевой артериях (рис. 7, 8).

При физикальном осмотре обращает на себя внимание положительная динамика в виде уменьшения ишемических проявлений на II и IV пальцах конечности (рис. 9).



Рис. 6. Контрольная ангиография после стентирования

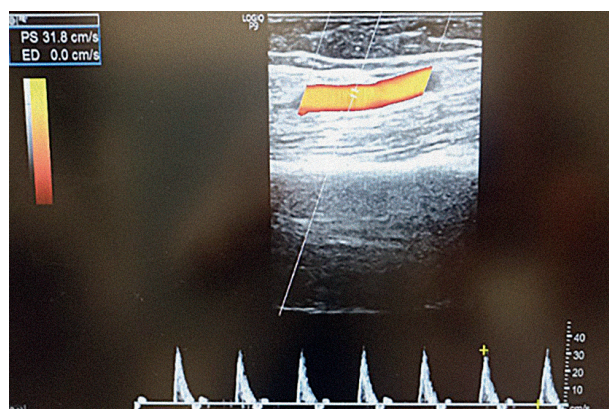


Рис. 7. Магистральный кровоток на правой плечевой артерии

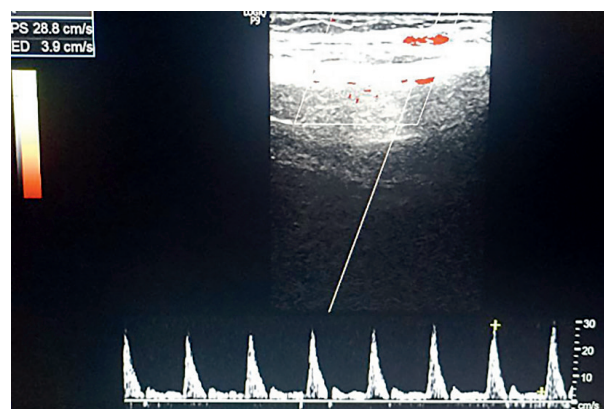


Рис. 8. Магистральный кровоток на правой лучевой артерии

В послеоперационном периоде пациентка получала двойную дезагрегантную терапию (ацетилсалициловая кислота 100 мг 1 раз в сутки пожизненно, клопидогрел 75 мг 1 раз в сутки в течение 1 мес), инфузионную терапию на время госпитализации (профилактика контраст-индуцированной нефропатии), гипотензивную и гипотензивную терапию. Также к терапии был добавлен препарат ривароксабан 10 мг 1 раз в сутки до периода формирования демаркационной линии на III и V пальцах правой кисти. На фоне активных перевязок, этапных некрэктомий отмечается положительная динамика в виде уменьшения площади трофических нарушений, раны заживают краевой эпителизацией. На 8-е сутки в удовлетворительном состоянии пациентка выписана на амбулаторный этап лечения (рис. 10).

На 18-е сутки после реваскуляризации трофический дефект V пальца полностью эпителизировался, трофический дефект III пальца с отчетливой положительной динамикой (рис. 11).

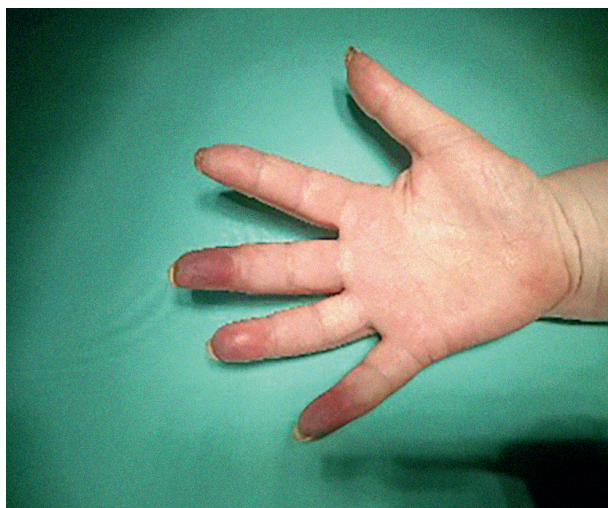


Рис. 9. Осмотр на 1-е сутки после операции

Обсуждение

Атеросклеротическое поражение подключичной артерии, особенно ее 1-го сегмента, – достаточно распространенное явление, встречающееся в 51% случаев всех поражений ветвей дуги аорты [10]. Главным признаком гемодинамически значимого поражения служит вертебробазилярная недостаточность. Ишемия верхних конечностей при поражении брахиоцефальных артерий встречается редко, и это связано с анатомическими особенностями: верхние конечности характеризуются наличием хорошо развитых коллатералей и меньшей мышечной массой. В 35% случаев гемодинамически значимого поражения



Рис. 10. Контрольный осмотр перед выпиской (а, б)



б



а



б

Рис. 11. Контрольный осмотр на амбулаторном этапе (а, б)

около 35% пациентов отмечают ишемию «напряжения» руки, а у 3,5% развивается критическая ишемия верхней конечности [11]. Данная патология нередко приводит к выраженным последствиям и часто заканчивается ампутацией. Хроническая артериальная недостаточность верхних конечностей встречается гораздо реже, чем острая, и составляет 0,5% всех случаев ишемии конечности и 0,9% хирургических вмешательств на артериях [12].

В целом ARSA – одна из самых распространенных аномалий дуги аорты, которая редко приводит к возникновению симптомов. Наиболее частым проявлением данной патологии служит дисфагия из-за компрессии пищевода, обычно возникающая после 40 лет [13]. Аневризматическое расширение и стенозы атеросклеротического генеза – крайне редкое явление [14].

В нашем клиническом случае критическая ишемия правой верхней конечности вследствие атеросклеротического поражения проявилась у пациентки с вариантной анатомией дуги аорты. Открытое хирургическое лечение (сонно-подключичное шунтирование) в данной ситуации сопряжено с высокими периоперационными рисками из-за анатомических особенностей, а консервативная терапия малоэффективна из-за развившейся декомпенсации кровообращения.

В зарубежной литературе имеется описание нескольких клинических случаев гемодинамически значимого стеноза ARSA, при этом сужение проявлялось признаками вертебробазилярной недостаточности [15, 16]. Во всех примерах хирургическое лечение привело к исчезновению симптомов. Вместе с тем мы не нашли ни одного описания формирования критической ишемии верхней конечности на фоне сужения ARSA.

В нашем случае на фоне эндоваскулярного лечения, назначения медикаментозной терапии и этапных некрэктомий удалось восстановить кровообращение в конечности и полностью купировать симптомы критической ишемии.

Заключение

Гемодинамически значимые стенозы правой aberrантной подключичной артерии, приводящие к критической ишемии, – крайне редкое явление. Несмотря на это, данная патология не служит противопоказанием для ак-

тивного хирургического лечения, в том числе эндоваскулярного.

Литература/References

- English J.A., Carell E.S., Guidera S.A., Tripp H.F. Angiographic prevalence and clinical predictors of left subclavian stenosis in patients undergoing diagnostic cardiac catheterization. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2001; 54: 8–11. DOI: 10.1002/ccd.1230
- Shadman R., Criqui M.H., Bundens W.P., Fronck A., Denenberg J.O., Gamst A.C. et al. Subclavian artery stenosis: prevalence, risk factors, and association with cardiovascular diseases. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2004; 44: 618–623. DOI: 10.1016/j.jacc.2004.04.044
- Ishihara T., Haraguchi G., Tezuka D., Kamiishi T., Inagaki H., Isobe M. Diagnosis and assessment of Takayasu arteritis by multiple biomarkers. *Circ. J.* 2013; 77: 477–483. DOI: 10.1253/circj.cj-12-0131
- Ohigashi H., Haraguchi G., Konishi M., Tezuka D., Kamiishi T., Ishihara T. et al. Improved prognosis of Takayasu arteritis over the past decade – comprehensive analysis of 106 patients. *Circ. J.* 2012; 76: 1004–1011. DOI: 10.1253/circj.cj-11-1108
- Ishida T., Ishida M., Tashiro S., Yoshizumi M., Kihara Y. Role of DNA damage in cardiovascular disease. *Circ. J.* 2014; 78: 42–50. DOI: 10.1253/circj.cj-13-1194
- Cua B., Mamdani N., Halpin D., Jhamnani S., Jayasuriya S., Mena-Hurtado C.J. Review of coronary subclavian steal syndrome. *Cardiol.* 2017; 70: 432–437. DOI: 10.1016/j.jjcc.2017.02.012
- Molz G., Burri B. Aberrant subclavian artery (Arteria lusoria): sex differences in the prevalence of various forms of the malformation. Evaluation of 1378 observations. *Virch. Arch. A Pathol. Anat. Histol.* 1978; 380 (4): 303–315.
- Hunault P.M. Examen de quelques parties d'un singe. *Hist. Acad. Royal. Sci.* 1735; 2: 516–523.
- Bayford D. An account of a singular case of obstructed deglutition. London, UK: Memoirs of the Medical Society of London; 1787.
- Крыжановский С., Шмырев В., Пельменёва Е., Кладовая О. Комплаенс в рамках профилактики инсульта: проблемы общения врача и пациента. *Кремлевская медицина. Клинический вестник.* 2014; 4: 69–72.
- Kryzhanovskiy S., Shmyrev V., Pelmeneva E., Kladovaya O. Compliance in the context of stroke prevention: problems of communication between doctor and patient. *Kremlin Medicine. Clinical Bulletin.* 2014; 4: 69–72 (in Russ.).
- Покровский А.В. (ред.). Клиническая ангиология: Руководство. В 2 т. Т. 1. М.: Медицина; 2004.
- Pokrovskiy A.V. (Ed.). Clinical angiology. In 2 vol. Vol. 1. Moscow; 2004 (in Russ.).
- Bergan J.J., Conn J.Jr., Trippel O.H. Severe ischemia of the hand. *Ann. Surg.* 1971; 173 (2): 301–307. DOI: 10.1097/0000658-197102000-00020
- Janssen M., Baggen M.G., Veen H.F., Smout A.J., Bekkers J.A., Jonkman J.G. et al. Dysphagia lusoria: clinical aspects, manometric findings, diagnosis, and therapy. *Am. J. Gastroenterol.* 2000; 95 (6): 1411–1416. DOI: 10.1111/j.1572-0241.2000.02071.x
- Stone W.M., Brewster D.C., Moncure A.C., Franklin D.P., Cambria R.P., Abbott W.M. Aberrant right subclavian artery: varied presentations and management options. *J. Vasc. Surg.* 1990; 11 (6): 812–817.
- Kimyaghalam A., Gabay A., Singh K. Aberrant right subclavian artery: a case of vertebrobasilar insufficiency. *J. Surg. Case Rep.* 2023; 2023 (4): rjad199. DOI: 10.1093/jscr/rjad199
- Dueppers P., Floros N., Schelzig H., Wagenhäuser M., Duran M. Contemporary surgical management of aberrant right subclavian arteries (arteria Lusoria). *Ann. Vasc. Surg.* 2021; 72: 356–364. DOI: 10.1016/j.avsg.2020.08.151